

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie (navazující magisterské studium)

Studijní obor: Kartografie a geoinformatika



Bc. Lucie ŠTYSOVÁ

**SROVNÁNÍ DAT RÚIAN / ISKN A ZABAGED
S DŮRAZEM NA LAND USE / LAND COVER**

**COMPARISON OF RÚIAN / ISKN AND ZABAGED DATA
WITH FOCUS ON LAND USE / LAND COVER**

Diplomová práce

duben 2015

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Jakub Lysák

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny řádně citovala.

Jsem si vědoma toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 27. dubna 2015

.....

Lucie Štysová

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce RNDr. Jakubovi Lysákovi za neocenitelné rady, ochotu a čas, které mi věnoval. Dále pak Českému úřadu zeměměřickému a katastrálnímu, jenž mi zapůjčil vybraná data ZABAGED, a v neposlední řadě mému příteli a rodině, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

Srovnání dat RÚIAN / ISKN a ZABAGED s důrazem na land use / land cover

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je navrhnout vhodný způsob porovnávání a kvantifikace shody / neshody databází RÚIAN / ISKN a ZABAGED s ohledem na jejich specifika a se zaměřením na popisnou část dat vystihující land use / land cover. Tento návrh je implementován s využitím automatizovaných prostředků GIS a celá metodika otestována na dostatečném počtu vhodně vybraných území. Teoretická část seznamuje s možnostmi komparace datových sad v obecné rovině a s vlastnostmi obou databází, přičemž důraz je kladen právě na jejich atributovou část vystihující land use / land cover. Praktická část se pak skládá z návrhu porovnání, popisu implementace metodiky a testování jak celého návrhu, tak jednotlivých komponent majících vliv na výsledek komparace. Výsledkem diplomové práce je metodika a software (skripty) pro porovnání databází RÚIAN / ISKN a ZABAGED.

Klíčová slova: topografické databáze, ZABAGED, RÚIAN, srovnání, land use, land cover

Comparison of RÚIAN / ISKN and ZABAGED data with focus on land use / land cover

Abstract

The goal of this diploma thesis is to propose a proper method of comparison and quantification of differences in RÚIAN / ISKN and ZABAGED databases with respect to their specifics, while focusing on descriptive part of the data reflecting land use / land cover. This proposal is implemented using automated means of geographic information systems and the methodology is tested on sufficient number of appropriate areas. The theoretical part introduces with a possibility to compare datasets in general and with the characteristics of the both databases, with focus on their attribute part describing land use / land cover. The practical part consists of the design of comparison, methodology implementation description and testing of the whole design as well as testing of those individual components that influence the result of the comparison. Result of this thesis is a methodology and software (scripts) for comparison of RÚIAN / ISKN and ZABAGED databases.

Keywords: topographic database, ZABAGED, RÚIAN, comparison, land use, land cover

OBSAH

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK	8
SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	11
1 Úvod.....	12
2 Komparace datových sad	14
2.1 Předmět komparace	14
2.2 Proces předpřípravy dat.....	14
2.3 Definice rozdílu.....	15
2.3.1 Definice změn pro sledování land use / land cover	15
2.3.1.1 Coordination of Information on the Environment.....	15
2.3.1.2 Global Land Cover Network.....	16
2.3.2 Fuzzy přístup pro definici rozdílu	17
2.4 Metody porovnávání	19
2.5 Vyhodnocení rozdílu	21
2.5.1 Statistické metody	21
2.5.2 Metody hodnocení v DPZ	23
3 Představení databází.....	27
3.1 Informační systém katastru nemovitostí.....	27
3.1.1 Katastr nemovitostí a stručný historický vývoj	27
3.1.2 Informační systém katastru nemovitostí.....	29
3.1.3 Registr územní identifikace, adres a nemovitostí.....	30
3.1.4 Data RÚIAN / ISKN	30
3.2 Základní báze geografických dat.....	36
3.3 Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845 – 2000)	37
4 Metodika	40
4.1 Předmět komparace databází ISKN a ZABAGED.....	40

4.2	Definice rozdílu v datech ISKN a ZABAGED	40
4.3	Hodnocení korespondence objektů / kategorií	41
4.3.1	Selekce objektů ZABAGED	42
4.3.2	Přiřazení objektů ZABAGED ke kategoriím / podkategoriím ISKN	47
4.4	Příprava dat pro analýzu	55
4.4.1	Nadefinování pravidel	55
4.4.2	Předzpracování dat	58
4.4.2.1	Skript pro tvorbu bodové vrstvy za analyzované území	58
4.4.2.2	Skript pro odečtení popisných informací z dat ISKN	60
4.4.2.3	Skript pro odečtení popisných informací z dat ZABAGED	62
4.5	Metody komparace	66
4.5.1	Metoda A s klasickým přístupem	66
4.5.2	Metoda B s využitím fuzzy přístupu a lineární funkce příslušnosti	70
4.5.3	Metoda C s využitím fuzzy přístupu a funkcí příslušnosti typu sigmoida	75
4.6	Shrnutí	78
5	Testování navržené metodiky	79
5.1	Testování navržené korespondence	79
5.2	Testování odhadu skutečné šířky liniových objektů	85
5.3	Testování intervalu vzorkování	86
5.4	Testování navržených metod a hodnocení výsledků	89
6	Diskuze a závěr	95
	POUŽITÉ ZDROJE	99
	PŘÍLOHY	106
	Obsah CD	106
	Příloha 1: Atribut <i>Způsob využití pozemku</i> u dat ISKN.	107
	Příloha 2: Navržená korespondence mezi daty ISKN a ZABAGED.	109
	Příloha 3: Kategorie ISKN podle složených kódů.	113
	Příloha 4: Ukázky nadefinovaných pravidel ze skriptu „ <i>setting.py</i> “	114

Příloha 5: Část kódu vystihující podstatu skriptu „ <i>script_01_AreaDefinition.py</i> “.	116
Příloha 6: Část kódu vystihující podstatu skriptu „ <i>script_02_PreprocessIskn.py</i> “.	116
Příloha 7: Část kódu vystihující podstatu skriptu „ <i>script_02_PreprocessZabaged.py</i> “.	117
Příloha 8: Části kódu společné pro metody A, B a C.	118
Příloha 9: Úprava a editace slovníku „ <i>dictionaryZ</i> “ pro potřeby metody A.	120
Příloha 10: Úprava a editace slovníku „ <i>dictionaryZ</i> “ pro potřeby metody B a C.	121
Příloha 11: Přepočet vzdáleností na stupně příslušnosti lineární funkce (metoda B).	122
Příloha 12: Přepočet vzdáleností na stupně příslušnosti funkce typu sigmoida (metoda C).	122
Příloha 13: Textový soubor s výsledky metody A pro obec Křečhoř.	123
Příloha 14: Textový soubor s výsledky metody B pro obec Křečhoř.	124
Příloha 15: Textový soubor s výsledky metody C pro obec Křečhoř.	125
Příloha 16: Diagram zachycující posloupnost jednotlivých skriptů	126

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

CAC	C oefficient of A real C orrespondence = koeficient plošné korespondence
CENIA	C zech E nvironmental I nformation A gency = Česká informační agentura životního prostředí
CLC	C ORINE L and C over = jeden z projektů CORINE
ČSN	Česká t echnická n orma
CORINE	C oordination of I nformation on the E nvironment = evropský program zaměřený na životní prostředí
ČÚZK	Český ú řad z eměměřický a k atastrální
DGN	D esign = formát výkresů pro produkty firmy Bentley Systems
DKM	D igitální k atastrální m apa
DPZ	D álkový p řůzkum Z emě
EEA	E uropean E nvironment A gency = evropská agentura pro životní prostředí
EN	E vidence n emovitostí
FAO	F ood and A griculture O rganization = organizace pro výživu a zemědělství
GIS	G eografický i nformační s ystém
GLCN	G lobal L and C over N etwork = iniciativa zabývající se krajinným pokryvem a jeho změnami
GML	G eography M arkup L anguage = speciální formát XML určený pro geografické informace
INSPIRE	I nfrastructure for S patial I nformation in E urope = evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací
ISKN	I nformační s ystém k atastru n emovitostí
ISÚI	I nformační s ystém ú zemní i dentifikace
JEP	J ednotná e vidence p ůdy
KMD	K atastrální m apa d igitalizovaná
KN	K atastr n emovitostí České republiky
LC	L and c over = pokryv země
LU	L and u se = využití ploch
ROB	R egistr o byvatel
ROS	R egistr o sob
RPP	R egistr p ráv a p ovinností
RÚIAN	R egistr ú zemní i dentifikace, a dres a n emovitostí
SGI	S oubor g eodetických i nformací = část katastrálního operátu
S-JTSK	S ystém J ednotné t rigonometrické sítě k atastrální
SM 5	S tátní m apa v měřítku 1 : 5 000

SPI	Soubor p opisných i nformací = část katastrálního operátu
THM	T echnicko – h ospodářské m apování
UNEP	U nited N ations E nvironment P rogramme = program OSN pro životní prostředí
VDP	V eřejný d álkový p řístup = aplikace pro přístup k datům RÚIAN
VFR	V ýměnný f ormát R ÚIAN
XML	E xtensible M arkup L anguage = rozšiřitelný značkovací jazyk
ZABAGED	Z ákladní b áze g eografických d at = digitální geografický model území ČR
ZM 10	Z ákladní m apa v měřítku 1 : 10 000
ZMVM	Z ákladní m apa v elkého m ěřítko
ZÚ	Z eměměřický ú řad

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Ukázka SM 5 v porovnání se skutečností.	12
Obr. 2. Příklady logických pravidel pro změny land cover – GLCN.	17
Obr. 3. Ukázka rozdílu mezi klasickým a fuzzy přístupem.	18
Obr. 4. Grafy lineárních funkcí pro fuzzy přístup.	19
Obr. 5. Grafy dalších funkcí pro fuzzy přístup.	19
Obr. 6. Překryvné analýzy – aritmetická funkce sečtení.	20
Obr. 7. Překryvné analýzy vektorových dat.	21
Obr. 8. Ukázka vyhodnocení změn land use statistickou metodou.	22
Obr. 9. Ukázka klasifikační chybové matice.	24
Obr. 10. Ukázka klasifikační chybové matice – inovovaná metoda.	25
Obr. 11. Ukázka přepočítané chybové matice na základě rozlohy jednotlivých tříd.	26
Obr. 12. Ukázka shody / neshody v datech ZABAGED a ISKN na příkladu budovy.	41
Obr. 13. Postup tvorby bodového pole.	60
Obr. 14. Část atributové tabulky vrstvy „ <i>points_iskn.shp</i> “.	62
Obr. 15. Praktická ukázka funkce <i>Near</i>	63
Obr. 16. Ukázka k vysvětlení přepočtu vzdálenosti pro liniové objekty ZABAGED.	65
Obr. 17. Část atributové tabulky vrstvy „ <i>points_zbg.shp</i> “.	65
Obr. 18. Metoda A s klasickým přístupem na příkladu budovy a trvalého travního porostu.	67
Obr. 19. Umělý příklad klasifikační chybové matice.	69
Obr. 20. Ukázka porovnání vzorků na základě fuzzy přístupu na příkladě budovy.	71
Obr. 21. Ukázka výhody využití fuzzy přístupu.	72
Obr. 22. Lineární funkce příslušnosti pro 5 metrů.	74
Obr. 23. Funkce typu sigmoida.	76
Obr. 24. Porovnání funkce příslušnosti typu lineární funkce a sigmoida.	77
Obr. 25. Ukázka intervalu vzorkování nad daty ISKN.	86
Obr. 26. Graf časové náročnosti skriptů za testovací počítače.	87
Obr. 27. Histogram četností celkových přesností.	91

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Prvky dat VFR.	31
Tabulka 2. Kategorie druhu pozemku VFR.	32
Tabulka 3. Členění <i>Druhu pozemku</i> na <i>Způsob využití pozemku</i>	34
Tabulka 4. Kódy charakteristiky kvality bodů.	35
Tabulka 5. Kategorie objektů ZABAGED.	36
Tabulka 6. Úrovně geometrické přesnosti objektů ZABAGED.	37
Tabulka 7. Geometrická reprezentace objektů ZABAGED.	37
Tabulka 8. Kategorie land use v <i>Databázi dlouhodobých změn využití ploch Česka</i>	38
Tabulka 9. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Sídelní, hospodářské a kulturní objekty</i>	43
Tabulka 10. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Komunikace</i>	44
Tabulka 11. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Rozvodné sítě a produktovody</i>	45
Tabulka 12. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Vodstvo</i>	45
Tabulka 13. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Územní jednotky včetně chráněných území</i>	46
Tabulka 14. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Vegetace a povrch</i>	46
Tabulka 15. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Terénní reliéf</i>	47
Tabulka 16. Výčet objektů ZABAGED z kategorie <i>Geodetické body</i>	47
Tabulka 17. Kardinalita vztahu kategorií ISKN a objektů ZABAGED.	48
Tabulka 18. Liniové objekty ZABAGED a jejich odhad skutečné šíře v krajině.	57
Tabulka 19. Příklady kombinací více kategorií náležících k jednomu bodu a pravidla jejich editace.	73
Tabulka 20. Příklady přepočtu vzdáleností na stupně příslušnosti lineární funkce.	74
Tabulka 21. Ukázka přepočtu stupňů příslušnosti.	75
Tabulka 22. Výsledky testování korespondence – první část.	80
Tabulka 23. Výsledky testování korespondence – druhá část.	81
Tabulka 24. Výsledky testování korespondence – třetí část.	82
Tabulka 25. Výsledky testování korespondence – čtvrtá část.	83
Tabulka 26. Výsledky testování korespondence – pátá část.	84
Tabulka 27. Celková přesnost pro zvyšující se modelovou šířku.	86
Tabulka 28. Parametry testovacích PC.	87
Tabulka 29. Ukázka zvětšujícího se počtu bodů pro jednotlivé intervaly vzorkování.	88
Tabulka 30. Celková přesnost pro jednotlivé intervaly bodů.	89
Tabulka 31. Celková přesnost jednotlivých metod pro analyzované obce.	90
Tabulka 32. Uživatelské přesnosti pro jednotlivé kategorie ISKN za obec Křečhoř.	93

1 Úvod

Pozemková evidence má v českých zemích dlouholetou tradici. Postupem času se v průběhu historie zformoval systém pro evidenci pozemků až do podoby dnešního katastru nemovitostí. Data jsou přístupná široké veřejnosti a o pozemcích mimo jiné evidují popisné informace vyjadřující land cover (půdní kryt, krajinný pokryv) a land use (využití půdy, plochy).

Pro tuto práci jsou klíčové dvě databáze vedené Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK), přičemž jedna zachycuje právní stav a druhá stav skutečný. Jedná se o databázi ISKN (*Informační systém katastru nemovitostí*) a databázi ZABAGED (*Základní báze geografických dat*). Ze zkušenosti uživatelů obou datových sad vyplývá, že existuje určitý nesoulad mezi právním stavem zachyceným v ISKN a dostupným prostřednictvím RÚIAN (*Registr územní identifikace, adres a nemovitostí*) a skutečností, kterou pro účely této práce představuje databáze ZABAGED. Vzhledem ke způsobu tvorby databáze ZABAGED a k její pravidelné aktualizaci ji lze považovat za poměrně přesnou reprezentaci reality. Hlavní výzkumnou otázkou této práce je tedy zjistit, zda nesoulad mezi právním stavem v ISKN a realitou opravdu existuje a nakolik je významný. Motivací pro tento výzkum byla mimo jiné i skutečnost, že se data ISKN v praxi využívají i pro jiné účely než jen pro evidenci majetkových poměrů. Konkrétním příkladem z kartografického hlediska je tvorba státního mapového díla velkého měřítka, tzv. Státní mapy v měřítku 1 : 5 000 (SM 5), na polohopisném podkladě katastrálních map. Z pohledu geografie se pak data ISKN využívají ke sledování změn land use / land cover. Je tedy otázkou, zda tento problém opravdu existuje a zda je pro zmíněné aplikace významný.

Na obrázku níže je výřez SM 5 v porovnání se skutečností. Všimnout si můžeme například vodní plochy vyskytující se uprostřed výřezu ortofota (vpravo), která však na Státní mapě v měřítku 1 : 5 000 (vlevo) zachycena není.



Obr. 1. Ukázka SM 5 v porovnání se skutečností.
Vlevo: SM 5, vpravo: ortofoto.
Zdroj: ČÚZK, 2015.

Cílem diplomové práce je proto navrhnout způsob pro porovnání databází ISKN a ZABAGED se zohledněním jejich specifík a s důrazem na land use / land cover. Dále je nutností všechny navržené postupy zrealizovat pomocí automatizovaných prostředků geografických informačních systémů (GIS) a na vybraná testovací území tyto postupy aplikovat. Teoretická část práce nejprve pojednává o komparaci datových sad v obecné rovině. Rozebírány jsou různé možnosti, jak k této problematice přistupovat. Následuje kapitola, ve které jsou představeny databáze ISKN a ZABAGED. Stručně jsou obě databáze popsány z hlediska jejich vývoje, hlavní pozornost je však věnována struktuře dat – geometrické a zejména pak atributové složce dat, která mimo jiné zachycuje land use / land cover. V závěru této kapitoly je zmíněna i *Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka*, jež využívá katastrální data pro sledování změn land use. Teoretická část práce přináší jak inspiraci pro návrh komparace, tak velmi podstatné informace ohledně specifík obou databází, od kterých se návrhy musejí odvíjet. Praktická část je pak rozdělena na dvě části. První pojednává o samotné metodice, tedy o veškerých navržených postupech, a také krocích, které komparaci předcházejí včetně jejich implementace s využitím programovacího jazyka Python. Druhá část je pak věnována praktickému testování metodiky na vhodně vybraných územích. Tato část práce slouží k ověření návrhu a k prezentaci výsledků předkládané metodiky, tj. ke kvantifikaci rozdílu právního stavu uvedeného v ISKN v porovnání se ZABAGED. Výsledky jsou předkládány v podobě celkové přesnosti komparace, resp. celkového souladu v datech za analyzované území, a také v podobě přesností za jednotlivé kategorie land use / land cover. Pro názornost se v textu objevuje množství tabulek a obrázků sloužících k lepšímu pochopení problematiky. V přílohách práce jsou pak předkládány další důležité doprovodné materiály včetně částí kódů z popisovaných skriptů.

2 Komparace datových sad

Obecně můžeme celkový postup komparace datových sad rozdělit na několik důležitých kroků. Prvním krokem je seznámení a detailní prostudování porovnávaných datových sad, abychom měli přehled o struktuře geometrických a popisných dat, která určuje následující postup. S tím souvisí další krok, ve kterém si musíme uvědomit, co chceme v datových sadách porovnávat. Následuje proces předpřípravy dat do takové podoby, aby se data dala porovnávat. V dalším kroku musíme jasně definovat pomocí předem stanovených kritérií, co bude považováno za rozdíl. Poté již můžeme přistoupit k výběru samotné metody, která se ke komparaci využije. Posledním krokem je vyhodnocení použité metody, resp. vyhodnocení celé komparace datových sad. V následujícím textu jsou v teoretické rovině popsány jednotlivé kroky, přičemž větší pozornost je kladena na postupy, které se v této práci budou využívat.

2.1 Předmět komparace

Prostorová data mají dvě základní složky: polohovou a popisnou, můžeme též hovořit o části grafické a negrafické. Polohová (grafická) složka vyjadřuje polohu a tvar objektu v prostoru (geometrii), ale též vzájemné polohové vztahy mezi objekty (topologií). Druhou složkou jsou data popisná (negrafická, tematická, atributová), která zahrnují popisné informace a údaje o objektech (atributy). Dle Tučka (1998) je prostorový objekt charakterizován svou geometrií (prostorovou polohou a tvarem), topologií (polohovými vztahy k jiným objektům), atributy (tematickými charakteristikami) a dynamikou (časovými změnami). Můžeme tedy hovořit o polohové, atributové a časové přesnosti dat. Více se hodnocením prostorových dat zabývá ve své diplomové práci Šrámek (2011). Předmětem porovnávání tudíž může být polohopisná či geometrická složka dat, popř. obojí. Časová složka dat udává, o jakou komparaci půjde. První možností je porovnávání datových sad v časové řadě, porovnáváme změnu, ke které došlo v čase. U takovéto komparace je nutností, aby data nebyla časově synchronizovaná. Pokud jde však o porovnání dvou sad za stejné období, porovnáváme tedy rozdíl / neshodu v datech, je pro kvalitní komparaci důležité data co nejlépe časově sjednotit.

2.2 Proces předpřípravy dat

V praxi se můžeme setkat s porovnáváním odlišných databází s rozdílnou strukturou prostorových dat, ale mnohem více pak s porovnáváním datových sad se stejnou strukturou za různá časová období. Komparaci datových sad s rozdílnou strukturou předchází nejprve proces předpřípravy dat na takovou úroveň, aby se samotná data mohla začít porovnávat. Tento krok je velice důležitý a musí mu být věnována patřičná pozornost, a to zejména proto,

že ovlivňuje výsledky celé analýzy. V předpřípravě dat se může řešit jak geometrická složka dat, tak atributová. V případě geometrické části by problém nastal tehdy, kdyby si vzájemně neodpovídaly reprezentace dat, např. jedna datová sada by byla v podobě vektorových dat, druhá reprezentována rastrovými daty. Geometrii musíme tudíž sjednotit konverzí jedné datové sady do reprezentace druhé datové sady, avšak při tomto postupu dochází ke ztrátě informací (Kolář, 1997). Proces předpřípravy dat by také následoval v případě, pokud by se jednalo o komparaci rastrových dat a velikost pixelů by vzájemně neodpovídala. Co se týká popisné složky dat, zde může nastat problém v případě nesouladu členění atributových dat. Předpříprava z tohoto hlediska tedy znamená, nalézt srovnatelné popisné kategorie dat, srovnatelnou škálu, tedy zajistit kvalitativní srovnatelnost.

2.3 Definice rozdílu

Nejjednodušším způsobem při komparaci dvou datových sad je považovat jednu z nich za referenční, tj. od které se druhá datová sada bude porovnávat. Poté můžeme hodnotit polohovou přesnost jako odchylku geografické polohy objektu v databázi od objektu v databázi referenční (Veregin, 1998). Podobně to platí i pro atributovou přesnost, tj. hodnotíme shodu popř. neshodu popisného údaje z obou datových sad, přičemž je opět atribut z referenční databáze brán jako korektní.

2.3.1 Definice změn pro sledování land use / land cover

Jak již bylo řečeno, častěji můžeme nalézt porovnávání datových sad za různá časová období, nejčastěji se jedná o vyhodnocování změn krajinného pokryvu Země. Dále se tedy bude hovořit o změnách, které reprezentují rozdíly v datových sadách. Přestože se v této práci nebude jednat o takovouto komparaci dat, lze se inspirovat z postupů a řešení, která se v praxi používají. Základem každého předkládaného postupu porovnání je konkrétní definování změny a kritérií, která budou změnu vystihovat.

2.3.1.1 Coordination of Information on the Environment

Vhodnou inspirací může být například evropský program CORINE (*Coordination of Information on the Environment*). Založen byl roku 1985 na podnět Evropské komise s cílem shromažďovat data týkající se životního prostředí pro účely Evropské unie (Wikipedia, 2015). Projekt CORINE je zaměřen na tři části: Land Cover (krajinný pokryv), Biotopes (biotopy) a Air (ovzduší). Databázi CORINE včetně několika jejích projektů převzala roku 1994 pod svou záštitu Evropská agentura pro životní prostředí (EEA – *European Environment Agency*), která byla v souvislosti s tímto projektem založena roku 1993 (EEA, 1995). Správu CORINE má

v České republice na starosti CENIA, česká agentura životního prostředí, jež je příspěvkovou organizací Ministerstva životního prostředí.

Cílem projektu CORINE Land Cover (CLC) je tvorba databáze krajinného pokryvu Evropy s jednotnou metodikou a pravidelnou aktualizací (CENIA, 2015). Na základě interpretace satelitních snímků jsou vytvářeny datové sady krajinného pokryvu za určené roky (1990, 2000, 2006, 2012). Zároveň jsou tvořeny i tzv. změnové databáze, které vyjadřují změny v rozložení ploch krajinného pokryvu mezi danými roky (1990 – 2000, 2000 – 2006, 2006 – 2012), a právě z metodiky porovnání změn se lze inspirovat.

Změna land use (dále LC) je interpretována jako změna kategorií, tj. když je jedna třída LC nebo její část nahrazena jinou třídou LC (Feranec a spol., 2007). Předpokladem změny je její detekce pomocí spektrální odrazivosti, kdy každá třída LC má své specifické vlastnosti, dle kterých je možné klasifikaci snímku provést. Mohou nastat tři varianty změn při jejich sledování za určité období:

- objekt si zachoval téměř nezměněné spektrální charakteristiky, změny se týkají prostorových charakteristik
- došlo ke změně spektrálních charakteristik objektu, zachovány zůstaly prostorové charakteristiky
- došlo ke změně spektrálních i prostorových charakteristik objektu

Existují omezující podmínky, které definují, co změna je a co není. Těmi je zaprvé souvislá plocha o minimální velikosti 5 ha a posun hranic objektu o více než 100 m. Zároveň však objekt musí splňovat kritérium minimální mapovací jednotky o rozloze 25 ha a minimální šířce liniových prvků 100 m (Feranec a spol., 2007). Detekcí změn na podkladě metodiky CORINE Land Cover se ve své diplomové práci dále zabývá například Vostracká (2008) či Skokanová (2011).

2.3.1.2 Global Land Cover Network

Změnami land use / land cover (LC / LU) se zabývá taktéž například iniciativa Global Land Cover Network (GLCN). Ta byla založena v roce 2004 organizací FAO (Food and Agriculture Organization) a programu UNEP (United Nations Environment Programme) za finanční i technické podpory italské vlády (GLCN, 2014). V rámci této iniciativy probíhají různé projekty pro hodnocení krajinného pokryvu a sledování jeho dynamiky převážně v rozvojových zemích. Pro hodnocení změn LU / LC se využívají již klasifikované satelitní snímky za jednotlivé roky a porovnávají se jednotlivé pixely a jejich změna ve snímcích. Detekce změny má dvě formy (Jansen; Gregorio, 2001) :

- konverze z jedné kategorie LC na jinou kategorii (např. z lesa na pastviny)

- modifikace v rámci jedné kategorie LC (např. z obdělávané půdy zavlažované deštěm na zavlažovanou obdělávanou půdu)

Nedefinují však konkrétní kritéria pro změnu, jako to bylo u projektu CORINE. Co se však objevuje nově, jsou logická pravidla změn, která jsou založena na pravděpodobnosti výskytu kategorií LC v krajině ve dvouletém cyklu či tříletém cyklu (tj. porovnávání i třech datových sad). Vytvářejí se tzv. logické dvojice (popř. trojice) pro kategorie LC, které definují, jaké změny z jedné kategorie na druhou mohou nastat. Na obrázku 2 jsou zaznamenány příklady změny, které dle těchto pravidel nastat nemohou. Příkladem logického pravidla, které dále uvádějí (FAO, 2010) je, že lesní plocha se přemění na obytnou plochu, ale opačná konverze je již velice nepravděpodobná.

Change from code	Change to code	Logical
Urban	Forestry/Plantation	No
Urban	Mining/Quarries	No
Urban	Cultivation	No
Urban	Other	No

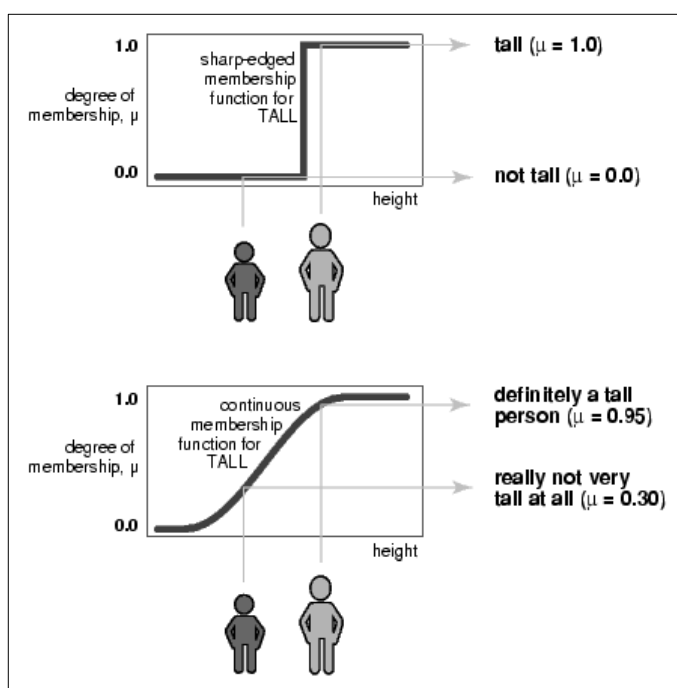
Obr. 2. Příklady logických pravidel pro změny land cover – GLCN.
Zdroj: FAO, 2010.

Pravidla tříletého cyklu (datové sady pro tři roky) jsou definovány podobně podle logického uvážení změn v krajině. Příkladem může být následující: je možné, aby nastala přeměna lesní plochy (první sledovaný rok) na obytnou plochu (druhý sledovaný rok), ale už je velice nepravděpodobné, že by se tato obytná plocha přeměnila posléze opět na lesní plochu (třetí sledovaný rok). V tomto případě je více než pravděpodobné, že pro druhý sledovaný rok nastala chybná klasifikace a výsledek ve všech třech datových sadách by měl být stejný, tj. vždy lesní plocha. Logická pravidla tudíž zajišťují, aby nedošlo k nesmyslným chybám plynoucím ze špatného zařazení pixelů do kategorie LC.

2.3.2 Fuzzy přístup pro definici rozdílů

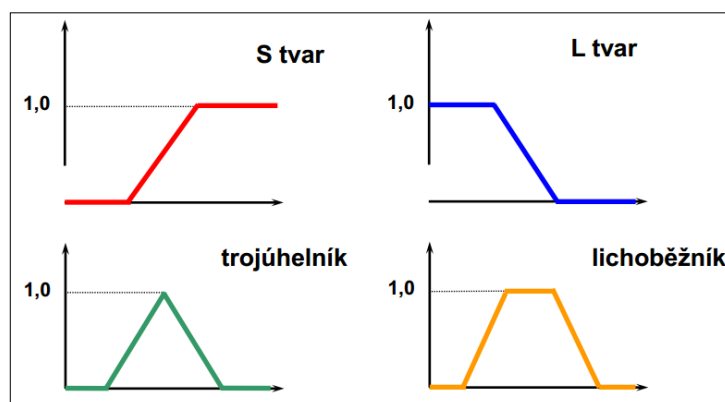
V obecné teorii množin a booleovské logice se objekt buďto shoduje v atributové / geometrické části dat či nikoliv. Dá se však uplatňovat také teorie fuzzy množin a fuzzy logika, která rozšiřuje možnosti klasického přístupu. Při práci s geografickými daty se často zanedbává určitá část informací. Ať již jde o proces generalizace či samotného získávání dat, jsou geografická data vždy definována svou přesností. Vždy je snaha o takové zjednodušení dat, aby mohla být

aplikovatelná booleova logika, tedy pravda či nepravda. Fuzzy logika se od booleovské liší tím, že připouští určitou míru nejasnosti, do které z množin (kategorií) by se měl vzorek (objekt) zařadit (Pásková, 2010). Umožňuje matematicky vyjádřit pojmy jako trochu, téměř, skoro, většinou apod. pomocí tzv. stupně příslušnosti (McNeill; Thro, 1994). Ten je vyjádřen pomocí funkce příslušnosti (membership function) a nabývá hodnot na intervalu 0 až 1, určuje tedy „jak moc“ daný prvek přísluší dané množině (Caha, 2010). Prvek tedy může náležet současně do více množin s různými stupni příslušnosti. Na příkladu výšky lidí můžeme ilustrovat rozdíl mezi klasickým přístupem a fuzzy přístupem (viz obr. 3). V případě booleovy logiky je člověk buďto vysoký či nikoliv (1 či 0), v případě fuzzy logiky je člověk vysoký na určitém stupni (tedy hodnoty od 0 do 1).



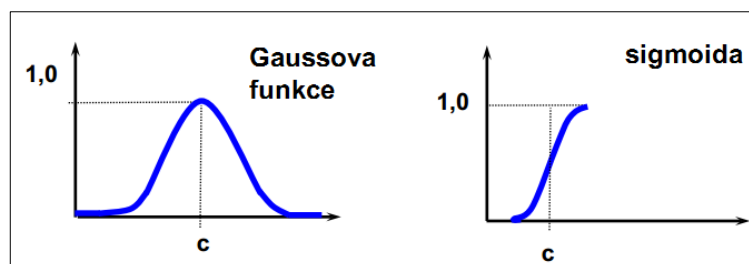
Obr. 3. Ukázka rozdílu mezi klasickým a fuzzy přístupem.
Nahore: klasický přístup, dole: fuzzy přístup.
Zdroj: ČVÚT, 2015.

Průběh pravděpodobnosti zařazení do dané třídy vychází z použitého typu funkce, přičemž existuje několik základních funkcí, které jsou pro fuzzy přístup často používány. Nejjednodušší je využití lineárních funkcí. Podle počtu parametrů funkce rozdělujeme na L-shaped, S-shaped (L / S tvar) funkce s dvěma parametry, triangular (trojúhelník) se třemi parametry a trapezoidal (lichoběžník) se čtyřmi parametry (Kainz, 2010). Grafické znázornění těchto funkcí je na obrázku 4.



Obr. 4. Grafy lineárních funkcí pro fuzzy přístup.
Zdroj: Kolisko, 2012.

Dále se dají použít i některé složitější funkce. Jimi jsou například goniometrické funkce, dále Gaussova funkce znázorňující normální rozdělení či sigmoida, která se velmi často využívá právě pro vyjádření funkce příslušnosti ve fuzzy přístupu (Bouchon-Meunier et al., 2015). Opět je pro ilustraci průběh některých těchto funkcí vyznačen na obrázku 5.



Obr. 5. Grafy dalších funkcí pro fuzzy přístup.
Vlevo: Gaussova funkce, vpravo: sigmoida.
Zdroj: Kolisko, 2012.

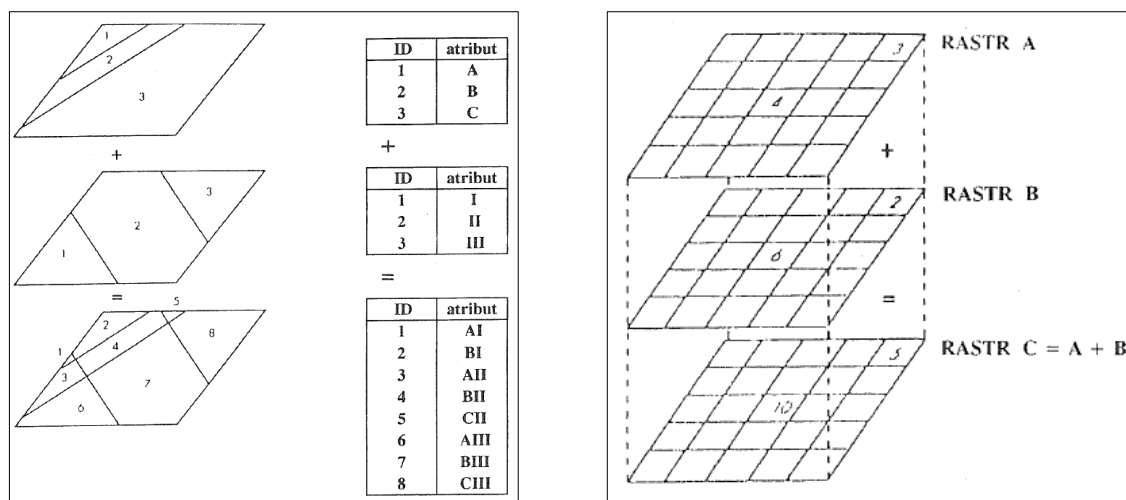
Fuzzy přístup může být použit jak pro nejistotu v atributových datech, pokud má objekt například nejasnou definici nebo náleží z nějaké části více množinám, tak pro geometrickou složku dat, kde se zavádějí koncepce tzv. fuzzy bodů, fuzzy linií či fuzzy polygonů v případě, kdy prvky nejsou vymezeny polohově přesně. Je tudíž patrné, že s využitím fuzzy přístupu je možné uchovávat o objektu větší množství informací než při klasickém přístupu.

2.4 Metody porovnávání

K samotnému zjišťování rozdílů v datových sadách můžeme použít analytické funkce geoinformačních systémů. Pro jednoduché statistické hodnocení bez větší manipulace s daty lze

využít měřicích funkcí pro výpočet rozloh jednotlivých kategorií. Pokud však chceme porovnávat datové sady mezi sebou i z prostorového hlediska, nabízí se aplikace některé z funkcí překryvných analýz. Funkce překrytí komentuje ve svém příspěvku Hanzlová a spol. (2007) jako metodu řešení pro hodnocení využití a pokryvu krajiny.

Aby bylo možné aplikovat funkce překrytí na datové soubory, musí být splněna základní podmínka prostorového ztotožnění, tj. data se musí vztahovat ke stejnému území. Výsledkem analýz je pak zcela nový soubor obsahující nové objekty s novými atributy. Tyto funkce mohou být použity jak pro data rastrová, tak pro vektorová, přičemž práce s rastrovými daty je efektivnější a jednodušší, neboť se předpokládá stejná velikost pixelů ve vstupních datech. Porovnávají se či vypočítávají se hodnoty pro konkrétní pixel, který je totožný v obou modelech. Operace s vektorovými daty je o něco složitější, překrytí je založeno na výpočtu souřadnic průsečíků hraničních čar. V rámci překrytí vektorových dat probíhá navíc i proces ořezání, tj. proces, v rámci kterého dochází k určení průniků polygonů a vytvoření nových polygonů (Kolář, 1997). Na obrázku 6 je graficky znázorněna aritmetická funkce sečtení pro vektorová a rastrová data.



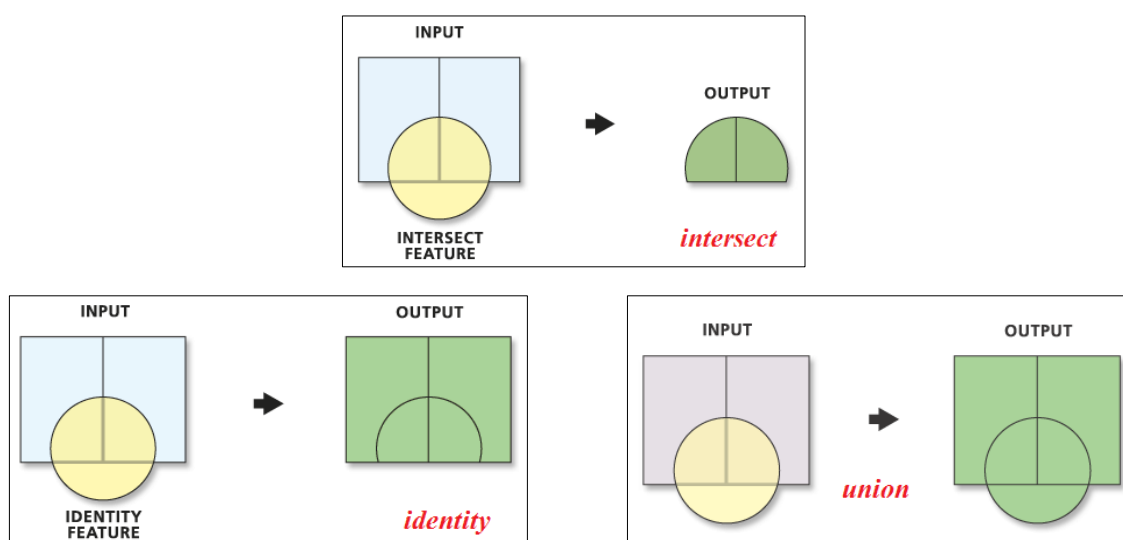
Obr. 6. Překryvné analýzy – aritmetická funkce sečtení.

Vlevo: pro vektorová data, vpravo: pro rastrová data.

Zdroj: Kolář, 1997.

Topologické překrytí má tři základní operace pro vektorová data vycházející z pravidel booleovské logiky (Janečka; Pacina, 2003): *Intersect* (AND – průnik), *Union* (OR – sjednocení) a *Identity* (AND NOT – přiřazení na základě prostorového umístění). Výsledkem funkce průniku je vrstva obsahující jen ty části prvků z obou vrstev, které se navzájem překrývají a nesou tak atributy obou vstupujících vrstev. Funkce sjednocení vytvoří vrstvu, která bude obsahovat všechny kombinace prvků z obou vstupních vrstev vzniklé překrytím. Výsledkem

funkce přiřazení je vrstva obsahující všechny prvky vstupní vrstvy a prvky z vrstvy druhé, které se překrývají s vrstvou první. Obrázek 7 názorně ilustruje vstupní i výstupní data z těchto funkcí. Mimo vyjmenované základní operace existují ještě speciální případy topologických operací: *Clip* (ořízne vstupní vrstvu pomocí druhé vrstvy), *Erase* (odstraní části vstupní vrstvy pomocí prvků v druhé vrstvě), *Update* (vyjme část vstupní vrstvy, která bude aktualizována druhou vrstvou a vloží prvky druhé vrstvy), *Split* (rozdělí vstupní vrstvu na části pomocí prvků v druhé vrstvě). Vlastností těchto funkcí je, že atributy jsou přejímány pouze ze vstupní vrstvy, a tudíž se nespojují. Občas bývají do topologických překrytí zařazovány i operace *Dissolve* a *Merge*.



Obr. 7. Překryvné analýzy vektorových dat.
Zdroj: ESRI, 2015a.

2.5 Vyhodnocení rozdílů

Důležité je pak samotné hodnocení rozdílů. V pracích zaměřených na sledování vývoje LU / LC se vyskytují různé možnosti jak hodnotit změny. Metody lze rozdělit na statistické a dále metody, které se využívají při hodnocení přesnosti klasifikace v dálkovém průzkumu Země (DPZ). Výsledky jsou pak nejčastěji ve formě statistických dat doplněných o grafy či mapové výstupy.

2.5.1 Statistické metody

Statistické hodnocení sahá hluboko do historie katastrálních map, kdy se evidovaly rozlohy parcel. Dnes jsou tato data velmi ceněna a využívána pro výzkumy land use. Jedná se o statistické vyjádření změn LU / LC vybraného území za určité časové období (Skokanová,

2008). Rozloha jednotlivých kategorií LU / LC se vyčíslí v absolutních jednotkách, tj. za každou kategorii se zaznamená její rozloha. Alternativou je vyčíslení rozlohy v relativních jednotkách, vypočítá se tedy podíl dané kategorie na celkové rozloze analyzovaného území (Bičík a kol., 2010). V případě obou možností se následně porovnávají výsledky z obou případně více datových sad. O aplikaci tohoto kvantitativního vyhodnocení změn se zmiňují autoři Brůna, Křováková a Nedbal (2005), ve své práci ji dále využívají Skokanová (2008) a Trojan (2009). Využití lze nalézt také ve člancích autorů Kukla, Skaloš (2008) či Bičík, Kupková (2006). Následující obrázek 8 ilustruje tabulku vyhodnocení změn land use mezi čtyřmi roky statistickou metodou.

Kategorie ploch	1845		1948		1990		2000	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Orná půda	47 251,7	72,4	42 798,7	65,6	26 795,2	41,1	26 360,1	40,4
Trvalé kultury	1 802,4	2,8	5 878,9	9,0	5 873,7	9,0	5 867,7	9,0
Louky	2 787,1	4,3	1 787,7	2,7	716,8	1,1	683,7	1,0
Pastvina	4 774,8	7,3	1 646,4	2,5	426,9	0,7	404,1	0,6
Zemědělská půda	56 616,0	86,8	52 111,7	79,8	33 812,6	51,8	33 315,6	51,1
Lesní plochy	4 554,1	7,0	4 919,2	7,5	5 889,8	9,0	5 856,3	9,0
Vodní plochy	1 104,9	1,7	889,0	1,4	1 316,6	2,0	1 313,3	2,0
Zastavěné plochy	731,5	1,1	2 924,0	4,5	4 666,1	7,1	5 265,0	8,1
Ostatní plochy	2 232,2	3,4	4 426,1	6,8	19 576,2	30,0	19 476,6	29,9
Jiné plochy	4 068,6	6,2	8 239,1	12,6	25 558,9	39,2	26 054,9	39,9
Celkem	65 238,7	100,0	65 270,0	100,0	65 261,3	100,0	65 226,8	100,0

Obr. 8. Ukázka vyhodnocení změn land use statistickou metodou.

Zdroj: Bičík; Kupková, 2006.

Dalšími ukazateli, které se využívají ke statistice změn LU / LC, jsou krajinně ekologické indexy popisující dynamiku vývoje krajiny jedním číslem. Jedním z nich je například index změny, který vyjadřuje celkovou intenzitu změn ve struktuře využití ploch v daném území mezi sledovanými roky. Jedná se o agregátní ukazatel, který lze vypočítat pomocí následujícího vzorce (Bičík; Kabrda; Šefrna, 2006):

$$IZ_{(a-b)} = \frac{\sum_{i=1}^n |r_{ib} - r_{ia}|}{2r_c} \times 100 [\%]$$

kde $IZ_{(a-b)}$ je index změny mezi roky a a b , n vyjadřuje počet kategorií land use a r je rozloha kategorie i na počátku sledovaného období (r_{ia}) a na jeho konci (r_{ib}). Do jmenovatele zlomku se za r_c dosadí celková rozloha všech kategorií. Index může nabývat hodnot od 0 do 100, přičemž čím vychází vyšší výsledek, tím je vývoj v analyzovaném území intenzivnější. Výsledek se udává v procentech a popisuje, na kolika procentech území došlo ve sledovaném období ke změně využití ploch. Použití indexu změny lze nalézt v publikacích autorů Bičík, Kupková (2006) anebo Bičík, Kabrda, Šefrna (2006).

Dosavadní hodnocení je založeno na metodě vyčíslení rozlohy jednotlivých kategorií. Podobně můžeme zaznamenat rozlohy kategorií, které se nacházejí v jedné či druhé datové sadě a rozlohy kategorií, které jsou výsledkem průniku obou datových sad. Poté lze z těchto hodnot získaných překryvnou analýzou vypočítat koeficient plošné korespondence CAC (Coefficient of Areal Correspondence). Tento koeficient jedním číslem popisuje plošnou korespondenci dané kategorie a vypočte se následujícím vztahem (Lembo):

$$CAC = \frac{AreaC}{AreaA + AreaB + AreaC}$$

kde *AreaA* je rozloha kategorie z jedné datové sady, *AreaB* rozloha druhé datové sady a *AreaC* představuje rozlohu vzniklou průnikem kategorií obou datových sad. Pokud je CAC roven nule, znamená to, že kategorie nekorrespondují (žádný průnik), pokud je CAC roven jedné, jedná se o úplnou korespondenci kategorií (úplný průnik). Využití tohoto ukazatele můžeme nalézt v příspěvku kolektivu Hanzlová a spol. (2007). Další možná metoda, kterou uvádějí, je využití X^2 test neboli Chí-kvadrát test.

2.5.2 Metody hodnocení v DPZ

Existuje mnoho specifických metod využívaných v DPZ pro detekci změn land use na základě klasifikace obrazu. Příkladem může být matice změn, binární maska změny, x^2 transformace či detekce změny s využitím korelace. Všechny tyto metody jsou určeny pro rastrová data.

Při mapování změn pomocí metod DPZ se pro hodnocení přesnosti klasifikace využívá tzv. klasifikační chybová matice (error matrix), která porovnává u všech kategorií vztah mezi referenčními daty a výsledky klasifikace, tj. kolik obrazových prvků bylo správně / špatně zařazeno do jednotlivých kategorií. Tato klasifikační chybová matice je nejčastější metodou zhodnocení úspěšnosti klasifikace. Z tohoto důvodu se také s touto metodou hodnocení můžeme setkat ve většině prací, které se zaměřují na klasifikaci krajiny. Dobrým příkladem mohou být některé bakalářské práce (Geherová, 2012; Tögelová, 2011). Podrobněji se pak touto problematikou zabývá Congalton (1991).

Na obrázku 9 je ukázka takovéto chybové matice. Referenční data představují sloupce matice, zatímco výsledek klasifikace řádky chybové matice. Počet sloupců a řádků odpovídá počtu klasifikovaných tříd, v tomto případě čtyřem třídám (D, C, BA, SB), v každém případě je tedy matice čtvercová. Řádek označený jako *column total* představuje očekávanou přesnost (počet správných pixelů pro každou třídu dle referenčních dat), zatímco sloupec s označením *row total* eviduje počet pixelů zařazených klasifikací do příslušné třídy. Na hlavní diagonále vedoucí z levého horního rohu do pravého dolního rohu se pak vyskytují počty správně zařazených pixelů. Mimo diagonálu se vyskytují počty špatně zařazených pixelů při klasifikaci,

přičemž ve sloupcích jsou to tzv. chyby z opomenutí (omission error), v řádcích pak chyby z nesprávného zařazení (commission error).

	D	C	BA	SB	row total
D	65	4	22	24	115
C	6	81	5	8	100
BA	0	11	85	19	115
SB	4	7	3	90	104
column total	75	103	115	141	434

Obr. 9. Ukázka klasifikační chybové matice.
Zdroj dat: Congalton, 1991.

Z chybové matice dále můžeme odvodit celkovou přesnost (overall accuracy), uživatelskou přesnost (user's accuracy) a zpracovatelskou přesnost (producer's accuracy). Přesnost nabývá hodnot od 0 do 1. Po vynásobení hodnotou 100 můžeme přesnost vyjádřit procentuálně od 0 % do 100 %. Celková přesnost udává, kolik pixelů bylo správně klasifikováno a vypočítá se jako podíl součtu správně zařazených pixelů (tj. součet čísel na hlavní diagonále) k celkovému počtu pixelů. V případě obrázku 9 by se celková přesnost vypočítala takto (Congalton, 1991):

$$\text{overall accuracy} = ((65 + 81 + 85 + 90) / 434) * 100 = 74 \%$$

Z tohoto procentuálního výsledku lze konstatovat celkovou přesnost klasifikace, která nám však neříká nic o přesnosti klasifikace jednotlivých tříd. K tomu slouží uživatelská a zpracovatelská přesnost. Zpracovatelská přesnost udává, s jakou pravděpodobností byly pixely z dané třídy klasifikovány správně. Vypočítá se jako podíl počtu správně klasifikovaných pixelů k počtu pixelů, které do dané kategorie spadají dle referenčních dat. Pro ilustraci je uveden příklad výpočtu zpracovatelských přesností pro jednotlivé třídy chybové matice z obrázku 9 (Congalton, 1991):

$$\text{producer's accuracy (D)} = 65 / 75 = 87 \%$$

$$\text{producer's accuracy (C)} = 81 / 103 = 79 \%$$

$$\text{producer's accuracy (BA)} = 85 / 115 = 74 \%$$

$$\text{producer's accuracy (SB)} = 90 / 141 = 64 \%$$

Posledním ukazatelem je uživatelská přesnost, jež udává pravděpodobnost, s jakou pixel zařazený do určité třídy, tuto třídu opravdu představuje. Vypočítá se jako podíl počtu správně klasifikovaných pixelů k počtu pixelů zařazených do dané třídy klasifikací (Congalton, 1991):

$$\text{user's accuracy (D)} = 65 / 115 = 57 \%$$

$$\text{user's accuracy (C)} = 81 / 100 = 81 \%$$

$$\text{user's accuracy (BA)} = 85 / 115 = 74 \%$$

$$\text{user's accuracy (SB)} = 90 / 104 = 87 \%$$

Existuje inovovaná metoda hodnocení přesnosti klasifikace (Olofsson a spol., 2013), která je založena na zpřesnění celkové, uživatelské a zpracovatelské přesnosti pomocí rozloh (estimated area) jednotlivých tříd. Po vytvoření chybové matice se vypočítá rozloha jednotlivých tříd, které byly vyklasifikovány a zároveň celková rozloha, tj. součet rozloh všech tříd. Poté se vypočítají váhy, které reprezentují podíl rozlohy dané třídy na celkové rozloze všech tříd. Ilustrací chybové matice s rozlohami a vypočítanými vahami je obrázek 10.

Class	1	2	3	Total	Map area [ha]	W_i
1	97	0	3	100	22,353	0.013
2	3	279	18	300	1,122,543	0.640
3	2	1	97	100	610,228	0.348
Total	102	280	118	500	1,755,123	1

Obr. 10. Ukázka klasifikační chybové matice – inovovaná metoda.

Zdroj: Olofsson et al., 2013.

Následně přepočítáme všechny hodnoty chybové matice dle vzorce (Olofsson a spol., 2013):

$$p_i = W_i * (n_{ii} / n_i),$$

kde W_i jsou vypočtené váhy na základě rozlohy, n_{ii} je původní hodnota z chybové matice a n_i je součet hodnot v daném řádku (viz obr. 10, sloupec *Total*). Dále už můžeme spočítat celkovou, uživatelskou či zpracovatelskou přesnost dle standardních výpočtů. Přepočet hodnot klasifikační matice i s výpočtem přesností je ukázán na obrázku 11.

Class	1	2	3	Total	User's	Producer's	Overall
1	0.012	0	0.0004	0.013	0.97	0.48	0.94
2	0.006	0.595	0.038	0.639	0.93	0.99	
3	0.007	0.003	0.337	0.347	0.97	0.88	
Total	0.026	0.598	0.376	1			

Obr. 11. Ukázka přepočítané chybové matice na základě rozlohy jednotlivých tříd.
Zdroj: Olofsson et al., 2013.

3 Představení databází

Jelikož se tato práce zabývá metodikou porovnávání dvou databází, bylo by na tomto místě vhodné představit obě datové sady z hlediska obsahu a struktury dat, ale také po stránce vývoje databází včetně možností jejich aktualizace. Následující text tudíž pojednává o *Informačním systému nemovitostí* a *Základní bázi geografických dat*, jakožto dvou státních databázích, které jsou pro tuto práci klíčové, a znalost jejich vlastností je pro další postupy v práci nezbytně nutná. Na závěr kapitoly je ještě představena *Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845 – 2000)*, která je motivací k této práci z geografického hlediska.

3.1 Informační systém katastru nemovitostí

V této části práce bude představen *Informační systém katastru nemovitostí České republiky* (ISKN). Pozornost bude věnována nejenom samotné databázi a jejím specifikům, ale i stručnému vývoji katastru nemovitostí v českých zemích.

3.1.1 Katastr nemovitostí a stručný historický vývoj

Katastr nemovitostí České republiky (KN) lze definovat jako soubor údajů o nemovitostech v České republice, který zahrnuje jejich soupis a popis a taktéž jejich geometrické a polohové určení (ČÚZK, 2014a). Již samotný latinský složený výraz *capitastrum* (*caput* = hlava, *tastrum* = listina), ze kterého byl odvozen název katastr, vypovídá o smyslu - soupis podle hlav, později podle jakýchkoliv jednotek (Bumba, 2007). Právě jako prosté soupisy s pouze popisným charakterem vznikaly první evidence pozemků v Českých zemích, které mají dlouholetou tradici. Hlavním důvodem vzniku takovýchto listin byl bezesporu účel fiskální. Půda, respektive zemědělská výroba, byla na počátcích feudální společnosti pravidelným a také dominantním zdrojem příjmů panovníka. Proto není divu, že jí byla věnována velká pozornost a vznikaly tak první pokusy o sjednocení daňové politiky a evidenci pozemků.

První historicky potvrzená snaha se datuje již do roku 1022, a to za vlády knížete Oldřicha z rodu Přemyslovců. Následují zemské desky a urbáře, rustikální katastr, tereziánský katastr, josefský katastr a tereziánsko-josefský katastr. Tereziánským katastrem končí první etapa vývoje katastrů založená na pouze popisném charakteru, josefským katastrem naopak začíná druhá etapa, která je charakteristická existencí grafického operátu jako součástí katastrálního operátu. V případě josefského katastru to byly zatím pouhé polní náčrty, tzv. brouillony (Bumba, 2007).

Za základ novodobého katastru nemovitostí je považován tzv. **stabilní katastr**, jehož principy byly právně založeny patentem rakouského císaře Františka I. ze dne 23. 12. 1817

o dani pozemkové a vyměření půdy. Jednou z komponent byl i měřický operát obsahující geometrické zaměření a zobrazení všech pozemků, založený na základech velkoměřítkového mapového díla. Stabilní katastr však velmi rychle stárnul, jeho ošetření měl přinést zákon ze dne 24. 5. 1869 o revizi katastru daně pozemkové, který nařídil jednorázovou reambulaci katastru a jeho pravidelné revize po 15 letech. Dne 23. 5. 1883 byl vydán další zákon, o evidenci katastru daně pozemkové, který stanovil povinnost zaznamenávání změn a tím i udržování obsahu katastru daně pozemkové v souladu se skutečným stavem a obsahem pozemkové knihy (ČÚZK, 2014b; Bumba, 2007).

Po vzniku Československé republiky roku 1918 byl nejprve přijat evidovaný katastr v nezměněné formě, avšak bylo potřeba jej právně ošetřit tak, aby vyhovoval nové situaci a kromě funkce fiskální plnil i funkci všeobecně hospodářskou a technickou. Dne 16. 12. 1927 byl proto přijat zákon o pozemkovém katastru a jeho vedení, tzv. katastrální zákon, ve kterém byl **pozemkový katastr** definován jako geometrické zobrazení, soupis a popis veškerých pozemků v Československé republice (ČÚZK, 2014b). Pozemkový katastr obsahoval část podstatnou, vedlejší a pomocnou. Část podstatná se skládala z měřického operátu (katastrální mapa a příruční katastrální mapa), písemného operátu a ze sbírky listin a úhrnných výkazů. Pozemkový katastr byl veden podle katastrálních území a zákonem byl stanoven jako veřejný. Jeho slibný vývoj však narušila druhá světová válka a posléze politická situace po roce 1948.

Pro socialistické hospodaření již nebylo potřeba znát právní vztahy, nýbrž pouze faktické užívací vztahy k pozemkům z důvodu plánování a řízení zemědělské výroby státem. Přes první ne moc zdařilé pokusy, jako byly závodové listy či štítková akce, byla nakonec založena tzv. **jednotná evidence půdy** (JEP) na základě usnesení vlády ze dne 25. 1. 1956 (Bumba, 2007). Podstatou JEP tedy byla evidence skutečného stavu užívání půdy, a to bez ohledu na vlastnické vztahy.

Změna přišla až roku 1964 se zákonem o evidenci nemovitostí. Byla zavedena tzv. **evidence nemovitostí** (EN), která primárně vycházela z JEP doplněná o evidenci nově zavedených právních užívacích vztahů a vlastnictví na území Československa (Bumba, 2007). Základní funkcí evidence však stále bylo vést v patrnost údaje o nemovitostech nezbytné pro plánování a řízení zemědělské výroby. EN byla složena ze tří částí, a to operátu měřického, písemného a ze sbírky listin a sumarizačních výkazů. Měřický operát nejprve vycházel z map pozemkového katastru, posléze byly vyhotovovány nové pozemkové mapy na základě výsledků technicko-hospodářského mapování (THM), později podle směrnic pro tvorbu základní mapy velkého měřítka (ZMVM).

Po politickém převratu v roce 1989 a následném vzniku samostatné České republiky roku 1993 bylo nutností legislativně upravit stávající evidenci nemovitostí ke znovuvybudování spolehlivě fungujícího katastru. Dne 1. 1. 1993 nabyla účinnost nová právní úprava, a to zákon, kterým se mění občanský zákoník a některé další zákony, zákon o zápisech vlastnictví a jiných

věcných práv k nemovitostem, zákon o katastru nemovitostí ČR (tzv. katastrální zákon) a zákon o zeměměřických a katastrálních orgánech (ČÚZK, 2014b). Touto právní úpravou vzniká **katastr nemovitostí** České republiky (KN), který integruje funkci bývalé pozemkové knihy a bývalého pozemkového katastru do jediného instrumentu. Prvotně zcela vychází z předchozí EN, avšak její obsahová neúplnost vyžadovala založení zjednodušené evidence pozemků s využitím dokumentace dřívějších pozemkových evidencí, a to pro vedení záznamů o zemědělských a lesních pozemcích, jejichž hranice v terénu neexistují a které byly za socialistického režimu sloučeny do větších půdních celků. Katastrální operát je tvořen souborem geodetických informací (SGI) zahrnující katastrální mapu a ve stanovených územích i její číselné vyjádření, souborem popisných informací (SPI), který eviduje údaje o katastrálním území, parcelách, vlastnících a jiných oprávněných a o právních vztazích, dále souhrnnými přehledy o půdním fondu z katastru nemovitostí, dokumentací výsledků šetření a měření pro vedení a obnovu souboru geodetických informací a sbírkou listin (ČÚZK, 2014b). Katastrální mapa je závazným mapovým dílem velkého měřítka obsahující body bodového pole, polohopis a popis, přičemž rozlišujeme tyto její formy: digitální katastrální mapa (DKM), katastrální mapa digitalizovaná (KMD), katastrální mapa digitalizovaná „s pomlčkou“ (KM-D) a analogová mapa, tj. katastrální mapa udržovaná na plastové folii (CAKI, 2014). Pro zkvalitnění mapového díla, tj. stavu SGI, je prováděna obnova katastrálního operátu, kdy výsledkem obnovy je nová DKM nahrazující dosavadní katastrální mapu. Ta se provádí třemi způsoby, buďto novým mapováním, přepracováním SGI či na podkladě výsledků pozemkových úprav. Vždy však platí, že se současně mění údaje jak SGI, tak SPI, tudíž záznamy v obou souborech musí být shodné. Zatímco digitalizace SPI byla prakticky dokončena již v roce 1998, digitalizace SGI stále pokračuje. Celou státní správu KN zajišťují zákonem zřízené katastrální úřady, jichž je v České republice 14, tj. na úrovni krajů.

3.1.2 Informační systém katastru nemovitostí

Přestože od založení novodobého katastru nemovitostí uplynulo již více než 20 let, jeho vývoj stále pokračuje, a to zejména s ohledem na informační technologie, které v dnešní moderní době tvoří nepostradatelnou součást běžného života. Samotná digitalizace katastru nemovitostí je prvním krokem k vybudování moderní digitální formy katastrálního operátu, druhým pak vytvoření národního informačního systému. Zákonem č. 120/2000 Sb. bylo stanoveno, že katastr je veden jako informační systém o území ČR převážně počítačovými prostředky (ČÚZK, 2014b), avšak již na základě usnesení vlády ze dne 12. 11. 1997 je budován informační systém katastru nemovitostí (ESIPA, 2014). ISKN je tedy integrovaný informační systém pro podporu výkonu státní správy katastru nemovitostí a pro zajištění uživatelských služeb katastru nemovitostí (ČÚZK, 2014c). Tento systém byl vytvořen v letech 1997 – 2001 a do provozu uveden v září roku 2001. Nové řešení KN propojilo vedení a správu KN do sjednoceného

informačního systému, který je společný pro všechna katastrální pracoviště. Centralizace ISKN, jejímž výsledkem je centralizovaný systém s uložením dat ISKN pouze v jediné databázi namísto více lokálních, proběhla v letech 2007 až 2011 (ČÚZK, 2014c). Tento krok přispěl k efektivnímu využívání databáze pro uživatele i pro zákazníky. Veřejnosti jsou aktuální údaje KN poskytovány kromě klasického postupu na katastrálních pracovištích také prostřednictvím veřejné sítě Internet přes bezplatnou aplikaci *Nahlížení do KN* či placené aplikace *Dálkový přístup* a *Webové služby dálkového přístupu*. Ke dni 15. 10. 2014 je v e-shopu Geoportálu ČÚZK (ČÚZK, 2014o) nově k dispozici katastrální mapa ve vektorové podobě, jež obsahuje prvky DKM a KMD. Data jsou poskytována po zaregistrování a objednavce bezplatně ve formátu DGN verze 8. DGN (zkratka anglického slova Design) je základním formátem výkresů pro produkty firmy Bentley Systems (např. MicroStation). Takováto data lze pak několika způsoby v softwaru ArcGIS převést na formát shapefile. Bohužel však neobsahují popisné informace o LU / LC, proto se práce zaměří na data, která lze získat prostřednictvím RÚIAN.

3.1.3 Registr územní identifikace, adres a nemovitostí

Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN) je jedním ze základních registrů veřejné správy ČR, které jsou zakotveny v legislativním řádu ČR zákonem č. 111/2009 Sb., o základních registrech, v platném znění (ČÚZK, 2014d). Tímto zákonem vzniká soustava čtyř základních registrů: *Registru obyvatel* (ROB), *Registru práv a povinností* (RPP), *Registru osob* (ROS) a již zmíněným RÚIAN, jejichž cílem je zjednodušení a zefektivnění procesů ve veřejné správě. A právě ISKN je významný zdroj dat pro RÚIAN spolu s *Informačním systémem územní identifikace* (ISÚI), oba jsou jeho editačními agendovými systémy spravovanými ČÚZK. Centralizace ISKN, zmíněná výše, napomohla snazšímu propojení ISKN, ISÚI a RÚIAN. Obsahem RÚIAN jsou tzv. referenční údaje, jež se vyznačují v daném okamžiku svou aktuálností, platností, jednotností a závazností pro použití v agendách státní správy. Referenčními údaji jsou identifikační údaje, údaje o vazbách na ostatní územní prvky nebo jednotky, údaje o druhu a způsobu využití pozemku, údaje o typu a způsobu ochrany nemovitosti, adresy a lokalizační údaje. Zjednodušeně můžeme říci, že jsou v tomto registru vedeny informace o územní identifikaci a o adresách, a na rozdíl od registrů ROB a ROS neobsahuje RÚIAN žádné osobní údaje o fyzických osobách. Stejně jako zbylé registry byl i RÚIAN uveden do provozu 1. 7. 2012.

3.1.4 Data RÚIAN / ISKN

Údaje z RÚIAN jsou k dispozici k nahlížení přes bezplatnou webovou aplikaci *Veřejný dálkový přístup* (VDP) nebo si je lze prostřednictvím VDP volně stáhnout jako data *Výměnného formátu*

RÚIAN (VFR). Soubory VFR jsou poskytovány ve formátu XML (*Extensible Markup Language*), konkrétně v GML 3.2.1 (*Geography Markup Language*), který představuje speciální formát XML určený pro geografické aplikace (ČÚZK, 2014f). Tento formát byl zvolen primárně z důvodu souladu *RÚIAN* se směrnicí INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*). A právě data VFR jsou pro tuto práci klíčová. Jelikož se jedná o bezplatná data, a údaje o budovách, parcelách a katastrálních územích publikovaných v *RÚIAN* spravuje ISKN, budou zde zastupovat databázi ISKN. Pokud tedy bude v práci hovořeno o datech ISKN, budou tím myšlena právě data VFR.

Společnost ARCDATA PRAHA na svých webových stránkách (ARCDATA PRAHA, 2014) poskytuje bezplatnou nástrojovou sadu *VFR Import Tool*, která slouží pro převod dat VFR do geodatabáze systému ArcGIS. Díky tomuto nástroji je možné pracovat s daty VFR.

Na tomto místě již přejdeme ke zkoumání dat VFR. V tabulce 1 jsou veškeré prvky dat VFR, převodem získáme pouze prvky závislé na konkrétní volbě území jednotky. Přehled jednotlivých prvků s jejich atributy nalezneme v dokumentu *Struktura a popis výměnného formátu RÚIAN* (ČÚZK, 2014d).

PRVEK	REPREZENTACE	PRVEK	REPREZENTACE
Stát	polygon, bod	Správní obvod	bod
Region soudržnosti	polygon, bod	MOP	bod
VÚSC	polygon, bod	MOMC	polygon, bod
Kraj	polygon, bod	Katastrální území	polygon, bod
Okres	polygon, bod	ZSJ	polygon, bod
ORP	polygon, bod	Stavební objekt	polygon, bod
POU	polygon, bod	Adresní místo	bod
Obec	polygon, bod	Parcela	polygon, bod
Část obce	Bod	Volební okrsek	polygon, bod
Ulice	Linie		

Tabulka 1. Prvky dat VFR.

Zdroj: ČÚZK, 2014d.

Pozn.: VÚSC (Vyšší územně samosprávný celek), ORP (Obec s rozšířenou působností), POU (Pověřený obecní úřad), MOP (Městský obvod v Praze), MOMC (Městský obvod / městská část u statutárně členěných měst), ZSJ (Základní sídelní jednotka).

Pro účely této práce bude však zásadní pouze polygonová vrstva *Parcela*, která obsahuje atribut *Druh pozemku* a *Způsob využití pozemku*. V *RÚIAN* se evidují pouze parcely KN, údaje jsou tudíž zpracovávány v agendovém systému ISKN. Předtím než přejdeme k samostatnému zkoumání těchto dvou atributů v závislosti na tématu diplomové práce, je třeba si uvědomit, na jakém základě jsou tato data aktualizována. Dle návodu pro vedení a správu KN (ČÚZK, 2014g) se *Druh pozemku* a *Způsob využití pozemku* mění na základě:

- ohlášení vlastníka nebo jiného oprávněného,
- rozhodnutí, souhlasu nebo oznámení vydaného příslušným státním orgánem,

- c) zjištění katastrálního úřadu při vedení a revizi katastru nebo při zjišťování průběhu hranic a projednání s vlastníkem, není-li ke změně vyžadováno rozhodnutí nebo souhlas orgánu státní správy,
- d) zjištění a zaměření drobných pozvolných dlouhodobých posunů hranic pozemku.

Katastrální zákon ukládá vlastníkově či jiné oprávněné osobě povinnost ohlásit změny údajů, které se týkají jejich nemovitostí, a sice do 30 dnů ode dne jejich vzniku (ČÚZK, 2014p). Ohlášení změny dokládá vlastník listinami, a jak již bylo zmíněno výše, údaje se mění zároveň v SGI a SPI. Pokud shrneme výše uvedené, změny hodnot těchto atributů nastávají tehdy, kdy vlastník změnu ohlásí nebo v případě zjištění nesouladu, nikoliv pravidelnou aktualizací, proto tedy může nastat nesoulad se skutečností.

Nyní se opět vraťme k potřebným informacím o dvou attributech, které jsou předmětem zájmu v této práci. *Druh pozemku* je vždy nadřazeným údajem nad *Způsobem využití pozemku*, tj. parcele může být přiřazen *Způsob využití pozemku* pouze v závislosti na *Druhu pozemku* (ČÚZK, 2014g). Hodnoty tohoto atributu *Druh pozemku* jsou uvedeny v tabulce 2. V dalších kapitolách pak budeme o hodnotách tohoto atributu pro zjednodušení nepřesně mluvit jako o kategoriích dat ISKN.

KÓD	NÁZEV	KÓD	NÁZEV
2	orná půda	7	trvalý travní porost
3	chmelnice	10	lesní pozemek
4	vinice	11	vodní plocha
5	zahrada	13	zastavěná plocha a nádvoří
6	ovocný sad	14	ostatní plocha

Tabulka 2. Kategorie druhu pozemku VFR.

Zdroj: ČÚZK, 2014h.

V příloze katastrální vyhlášky k zákonu č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální zákon) jsou jednotlivé *Druhy pozemku* charakterizovány takto (ČÚZK, 2014i):

- **orná půda** – pozemek orné půdy podle zákona o zemědělství
- **chmelnice** – pozemek chmelnice podle zákona o zemědělství
- **vinice** – pozemek vinice podle zákona o zemědělství
- **zahrada** – pozemek: a) na němž se trvale a převážně pěstuje zelenina, květiny a jiné zahradní plodiny, zpravidla pro vlastní potřebu; b) souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři, který zpravidla tvoří souvislý celek s obytnými a hospodářskými budovami
- **ovocný sad** – pozemek ovocného sadu podle zákona o zemědělství
- **trvalý travní porost** – pozemek trvalého travního porostu podle zákona o zemědělství

- **lesní pozemek** – pozemek s lesním porostem a pozemek, u něhož byly lesní porosty odstraněny za účelem jejich obnovy, lesní průsek a nezpevněná lesní cesta, není-li širší než 4 m, a pozemek, na němž byly lesní porosty dočasně odstraněny na základě rozhodnutí orgánu státní správy lesů
- **vodní plocha** – pozemek, na němž je koryto vodního toku, vodní nádrž, močál, mokřad nebo bažina
- **zastavěná plocha a nádvoří** – pozemek, na němž je: a) budova včetně nádvoří (tj. části zastavěného stavebního pozemku, obsahující dvůr, vjezd, drobné stavby, bazén, zastavěné plochy, okrasné záhony a jiné přiléhající plochy, které slouží k lepšímu užívání stavby), vyjma skleníku, který je v katastru evidován jako budova, postaveného na zemědělském nebo lesním pozemku, budovy postavené na lesním pozemku a budovy evidované na pozemku vodní plocha; b) společný dvůr; c) zbořeniště; d) vodní dílo
- **ostatní plocha** – pozemek neuvedený v předcházejících druzích pozemků

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství v platném znění dále upravuje definice některých *Druhů pozemku* takto (EAGRI, 2014):

- **orná půda** – zemědělsky obhospodařovaná půda, na které se pěstují v pravidelném sledu, popřípadě pod skleníky, nebo pod pevným anebo přenosným krytem, zemědělské plodiny a která není travním porostem
- **chmelnice** – zemědělsky obhospodařovaná půda, která je opatřena opěrným zařízením pro pěstování chmele a na které se pěstuje chmel
- **vinice** - zemědělsky obhospodařovaná půda, která je souvisle osázena keři vinné révy a opatřena opěrným zařízením, které musí být nainstalováno nejpozději do 2 let od výsadby; do plochy této zemědělsky obhospodařované půdy se započítává související manipulační prostor, který nesmí přesahovat 8 metrů na začátku a na konci řad a šířku jednoho meziřadí, v nejvyšší započítatelné šířce 3 metrů, podél řad po obou stranách vinice
- **ovocný sad** - zemědělsky obhospodařovaná půda, která je souvisle osázena ovocnými stromy, případně ovocnými keři; do plochy této zemědělsky obhospodařované půdy se započítává související manipulační prostor, který nesmí přesahovat 12 metrů na začátku a na konci řad a šířku jednoho meziřadí, v nejvyšší započítatelné šířce 8 metrů, podél řad po obou stranách ovocného sadu
- **trvalý travní porost** - zemědělsky obhospodařovaná půda, na které se nachází stálá pastvina, popřípadě souvislý porost s převahou travin určený ke krmným účelům nebo k technickému využití, který může být nejvýše jednou za 5 let rozorán za účelem obnovy travního porostu

Druhým atributem, který bude pro tuto práci významný, je atribut s názvem *Způsob využití pozemku*. Tento atribut resp. jeho hodnoty dále podrobněji člení již zmíněné kategorie *Druhu pozemku*. Jednotlivé možné nabývající hodnoty nalezneme v *Příloze katastrální vyhlášky* (ČÚZK, 2014i). U každé hodnoty je uveden unikátní kód (1 – 29), význam, respektive charakteristika *Způsobu využití pozemku* (viz příloha 1), a dále také k jakému *Druhu pozemku* se může hodnota atributu *Způsob využití pozemku* vázat. Dílčí členění *Druhu pozemku*, tj. *Způsobu využití pozemku* včetně specifického kódu, je uvedeno v tabulce 3. V dalších kapitolách pak budeme o hodnotách tohoto atributu pro zjednodušení nepřesně mluvit jako o podkategoriích dat ISKN.

KÓD ZBŮSOBU VYUŽITÍ POZEMKU	ZPŮSOB VYUŽITÍ POZEMKU	KÓD DRUHU POZEMKU
1	skleník, pařeniště	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10
2	školka	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10
3	plantáž dřevin	2, 7, 10, 14
4	les jiný než hospodářský	10
5	lesní pozemek, na kterém je budova	10
6	rybník	11
7	koryto vodního toku přirozené nebo upravené	11
8	koryto vodního toku umělé	11
9	vodní nádrž přírodní	11
10	vodní nádrž umělá	11
11	zamokřená plocha	11, 14
12	společný dvůr	13
13	zbořeniště	13
14	dráha	14
15	dálnice	14
16	silnice	14
17	ostatní komunikace	10, 14
18	ostatní dopravní plocha	14
19	zeleň	14
20	sportoviště a rekreační plocha	10, 14
21	hřbitov, urnový háj	14
22	kulturní a osvětová plocha	14
23	manipulační plocha	14
24	dobývací prostor	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 14
25	skládka	14
26	jiná plocha	14
27	neplodná půda	14
28	vodní plocha, na které je budova	11
29	fotovoltaická elektrárna	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14

Tabulka 3. Členění *Druhu pozemku* na *Způsob využití pozemku*.

Zdroj: ČÚZK, 2014i.

Od popisné složky se nyní přesuneme ke geometrické složce dat. Hovoříme-li o geometrii dat ISKN, máme na mysli geometrické a polohové určení pozemků, které je definováno jako soubor číselných nebo grafických údajů katastru o tvaru, rozměru a poloze pozemku ve vztahu k sousedním nemovitostem (ČÚZK, 2014j). Jako číselné údaje jsou označovány takové souřadnice lomových bodů hranic pozemků v S-JTSK (systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální), které byly určeny geodetickými anebo fotogrammetrickými metodami. Naopak grafickými údaji je samotné zobrazení hranic v grafické katastrální mapě či vyjádření jejich souřadnic, které byly získány kartometricky, tj. odměřením z původní grafické mapy po její transformaci do S-JTSK. Jelikož existuje více způsobů pořízení souřadnic, přiřazují se k souřadnicím lomových bodů hranic pozemků tzv. kódy charakteristiky kvality. Ty nabývají hodnot od 1 do 8, přičemž k číselným údajům přiřazujeme kódy 1 až 5 podle měřické metody a ke grafickým údajům kódy 6 až 8 podle měřítka mapy, ze které byly souřadnice odečteny (viz tabulka 4). Nelze tudíž určit přesnost jednotlivých kategorií, jako je to u dat ZABAGED (viz dále).

KÓD CHARAKTERISTIKY KVALITY	ZÁKLADNÍ STŘEDNÍ SOUŘADNICOVÁ CHYBA	POPIS KÓDŮ CHARAKTERISTIKY KVALITY
1	0,04 m	souřadnice určeny z výsledků měření
2	0,08 m	souřadnice určeny z výsledků měření
3	0,14 m	souřadnice určeny z výsledků měření
4	0,26 m	souřadnice určeny číselnou fotogrammetrickou metodou z měřických snímků v měřítku větším než 1 : 9 000 nebo výpočtem z měřických podkladů pro tvorbu map v měřítkách 1 : 625 a 1 : 1 250
5	0,50 m	souřadnice určeny číselnou fotogrammetrickou metodou z měřických snímků v měřítku 1 : 9 000 až 1 : 15 000 nebo výpočtem z měřických podkladů pro tvorbu map v měřítkách 1 : 625 a 1 : 1 250
6	0,21 m	souřadnice určeny vektorizací grafického obrazu mapy v měřítku 1 : 1 000
7	0,42 m	souřadnice určeny vektorizací grafického obrazu mapy v měřítku 1 : 2 000
8	1,00 m	souřadnice určeny vektorizací grafického obrazu mapy nevyhovující žádnému z kódů charakteristik kvality 3 – 7

Tabulka 4. Kódy charakteristiky kvality bodů.

Zdroj: ČÚZK, 2014k; ČÚZK, 2014q.

3.2 Základní báze geografických dat

Základní báze geografických dat (ZABAGED) je digitálním geografickým modelem území České republiky, který je spravován Zeměměřickým úřadem. V roce 1995 započaly práce na vytvoření této bezešvé topografické databáze. Vytvořena byla v letech 1995 – 2001 na základě vektorové digitalizace tiskových podkladů Základní mapy v měřítku 1 : 10 000 (ZM 10). Práce na doplnění databáze pak byly definitivně ukončeny v roce 2004. Od roku 2001 pak probíhají pravidelné aktualizace dat pomocí fotogrammetrických metod, terénního šetření a dat leteckého laserového skenování (ČÚZK, 2014l). Podrobnost databáze tvoří podklad pro tvorbu nových a aktualizovaných digitálních Základních map v měřítkách 1 : 10 000 až 1 : 100 000. V současnosti (2014) obsahuje databáze 116 typů geografických objektů, které jsou zařazeny do polohopisné či výškopisné části ZABAGED (ČÚZK, 2014m). K databázi je vytvářen *Katalog objektů ZABAGED*, přičemž nejaktuálnější je verze 2.5 k roku 2014, dostupná prostřednictvím internetových stránek (ČÚZK, 2014m). Data ZABAGED nejsou volně ke stažení, nově od 15. 10. 2014 jsou také zpoplatněna i pro studentské účely (ČÚZK, 2014n).

Data ZABAGED, resp. jednotlivé typy objektů ZABAGED (dále jen objekty) jsou dle významu rozřazeny do jednotlivých kategorií (viz tabulka 5). Každý objekt databáze tedy náleží do jedné z osmi kategorií objektů a dále je jednoznačně popsán definicí objektu. Právě tato definice objektů je klíčová pro práci, neboť poskytne přesný popis každého objektu a tak i větší pravděpodobnost správného porozumění významu objektu.

KATEGORIE OBJEKTŮ
1. Sídla, hospodářské a kulturní objekty
2. Komunikace
3. Rozvodné sítě a produktovody
4. Vodstvo
5. Územní jednotky včetně chráněných území
6. Vegetace a povrch
7. Terénní reliéf
8. Geodetické body

Tabulka 5. Kategorie objektů ZABAGED.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Geometrická přesnost dat ZABAGED je vyjádřena maximální hodnotou střední polohové chyby daného typu objektu (ČÚZK, 2014m), přičemž existuje pět úrovní této přesnosti (A – E). Jednotlivé úrovně přesnosti jsou zobrazeny v tabulce 6.

GEOMETRICKÁ PŘESNOST	DEFINICE
úroveň A	objekty přímo určené správcem objektu v souřadnicích
úroveň B	střední polohová chyba do 5 metrů
úroveň C	střední polohová chyba do 15 metrů
úroveň D	střední polohová chyba do 30 metrů
úroveň E	přesnost dosahuje velice proměnlivých hodnot

Tabulka 6. Úrovně geometrické přesnosti objektů ZABAGED.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Objekty databáze jsou geometricky vyjádřeny ve vektorové podobě, přičemž za základní geometrickou reprezentaci považujeme plochu, linii a bod. Podrobnější členění základní geometrické reprezentace najdeme v tabulce 7. Nutno je také zmínit skutečnost, že některé objekty mohou být zastupovány i více reprezentacemi.

ZÁKLADNÍ GEOMETRICKÁ REPREZENTACE	ČLENĚNÍ
bod	bod
	centroid plochy
linie	linie
	obvodová linie
	linie – osa objektu
plocha	plocha

Tabulka 7. Geometrická reprezentace objektů ZABAGED.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Původní zdroj dat ZABAGED, jak již bylo uvedeno výše, byla ZM 10. Popisná i geometrická složka dat však podléhá periodické aktualizaci, ke které dochází za použití leteckých měřických snímků, ortofot s vysokým rozlišením a výsledků šetření v terénu. Průběžně je také zpřesňována poloha vybraných objektů na základě dat leteckého laserového skenování, čímž je postupně zlepšována geometrická přesnost dat. Dalším zdrojem pro aktualizaci jsou také informace od externích správců.

3.3 Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845 – 2000)

Výzkumné centrum změn využití ploch Česka (LUCC Czechia) pod záštitou katedry sociální geografie a regionálního rozvoje na Přírodovědecké fakultě UK za pomoci Grantové agentury České republiky vytvořila *Databázi dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845 – 2000)*. Jedná se o statistickou databázi zachycující rozlohy kategorií land use ve čtyřech časových horizontech (rok 1845, 1948, 1990 a 2000) za tzv. srovnatelné územní jednotky (SÚJ). Data za první časový horizont, vycházejí z mapování Stablního katastru a byla převzata společně s daty pro druhý časový horizont z Ústředního archivu zeměměřictví a katastru (LUCC Czechia,

2014). Data za roky 1990 a 2000 pocházejí z centrální databáze katastru nemovitostí. Úpravy těchto dat byly prováděny ve dvou směrech tak, aby byla srovnatelná klasifikace land use a zároveň srovnatelné územní jednotky ve všech sledovaných obdobích. Slučováním bylo vytvořeno 8 základních kategorií využití ploch a dále tři kategorie sumární, které jsou tvořeny agregací kategorií základních (viz tabulka 8).

SUMÁRNÍ KATEGORIE	ZÁKLADNÍ KATEGORIE	POZNÁMKY
Zemědělská půda	orná půda	
	trvalé kultury	sady, zahrady, vinice, chmelnice
	louky	louky a pastviny = celkem trvalé travní porosty
	pastviny	
Lesní plochy	lesní plochy	
Jiné plochy	vodní plochy	vodní plochy a vodní toky
	zastavěné plochy	
	ostatní plochy	

Tabulka 8. Kategorie land use v *Databázi dlouhodobých změn využití ploch Česka*.
Zdroj: BÍČÍK a kol., 2010.

Katastrální území měnila postupem času svou rozlohu, proto bylo nutné, aby vznikly takové územní jednotky, které by šly určitým způsobem porovnávat. Slučováním katastrálních území do celků, které za sledované časové horizonty výrazně neměnily svou celkovou rozlohu (ne více než 1 %), vznikly srovnatelné územní jednotky - SÚJ (v některých publikacích také označovány jako základní územní jednotky - ZÚJ). Celkově bylo vytvořeno 8 903 SÚJ o průměrné rozloze 8,86 km², přičemž většina z nich, asi 80 %, je tvořena pouze jedním katastrálním územím, zbytek pak více než jedním (LUCC Czechia, 2014).

Metody hodnocení změn land use vycházejí z absolutní rozlohy jednotlivých kategorií pro každou SÚJ a také z jejich podílu na celkové rozloze SÚJ. Bičík a kol. (2010) ve své práci uvádí 4 možné skupiny metod. První skupinou jsou základní vývojové ukazatele: vývojový index, index zaplněnosti a relativní vývojový index. Druhá skupina obsahuje agregátní ukazatele: již zmiňovaný index změny, který hodnotí vývoj a dále ukazatele, které hodnotí stav (ekologický, ekonomický či rekreační potenciál území). Třetí skupina se zaměřuje na metody typologie změn využití ploch. Jedná se o topologii přírůstku a úbytku rozloh jednotlivých kategorií využití ploch. Pokud se rozloha dané kategorie za sledované období „zvětšila“, jedná se o přírůstek a značí se „+“ (stejně tak i stagnace), pokud se „zmenšila“, jedná se o úbytek a značí se „-“. Takto se mohou porovnávat např. sumární kategorie. Podobnou metodou se zdá být typologie převažující / dominantní kategorie využití ploch, která ovšem podává poněkud zkreslenější výsledek. Zde se určí za každou SÚJ dominantní kategorie, tedy ta, která v území převažuje. Následně se porovnávají již pouze dominantní kategorie za sledovaná období. Poslední metodou, kterou v publikaci autoři uvádějí, je typologie krajinných změn, jež je založena na

principu rozřazení SÚJ do tzv. tříd změn (zalesňování, zatravňování, intenzifikace, urbanizace) dle toho, která kategorie v dané SÚJ zaznamenala největší přírůstek. Čtvrtá a poslední skupina metod se zabývá mírou odlišnosti jednotlivých sledovaných jednotek, jde například o tzv. míru variability (rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient) či míru heterogenity (Lorenzova koncentrační křivka).

Pro tuto práci jsou z předchozího textu důležité především dva poznatky. Prvním z nich je, že data využívající se pro sledování změn land use v České republice jsou data z katastru nemovitostí. Pokud by se tedy potvrdila hypotéza, že právní stav uvedený v ISKN není v plném souladu se skutečností, otázkou je, jak moc by tento problém ovlivnil právě tuto oblast výzkumu. Druhým poznatkem je, že metody vyhodnocování změn land use jsou založené výhradně na statistických datech (rozlohy jednotlivých kategorií). Pouze územní změny kategorií land use (nikoliv změny rozloh kategorií) v rámci SÚJ tedy nejsou brány při vyhodnocování změn v potaz. Otázkou tedy je, jaká odchylka dat ISKN se skutečností by musela vyjít, aby byl případný nesoulad pro výzkum změn land use významný. Osobní schůzka s Mgr. Zbyňkem Janouškem, jenž se danou problematikou zabývá, vnesla další zajímavý poznatek a sice ten, že pokud by byla odchylka dat ISKN od skutečnosti menší než 5 %, pro sledování změn land use není tento problém tak podstatný.

4 Metodika

Tato kapitola je zaměřená na aplikaci teoretických postupů do praktické roviny. Následující podkapitoly pak vypovídají o jednotlivých krocích, které byly na datech vykonány. Díky možnosti bezplatného poskytnutí dat ISKN dostupných prostřednictvím RÚIAN bylo možné získat velké množství testovacích dat. Pomocí již zmíněného nástroje VFR Tool byla data za jednotlivé obce převedena na polygonové vrstvy, se kterými se následně pracovalo. Data ZABAGED byla objednána na Geoportálu ČÚZK.

Navrhovaná metodika porovnání dat ISKN a ZABAGED s ohledem na jejich specifika je kombinací vhodných metod a postupů, které byly pomocí programovacího jazyka Python zautomatizovány. S využitím modulu Arcpy mohly být v metodách použity a následně implementovány nástroje ArcGIS. Výsledné skripty, které jsou v práci popisovány, nalezneme na přiloženém CD, ukázky částí kódů jsou pak pro ilustraci uvedeny v přílohách práce.

4.1 Předmět komparace databází ISKN a ZABAGED

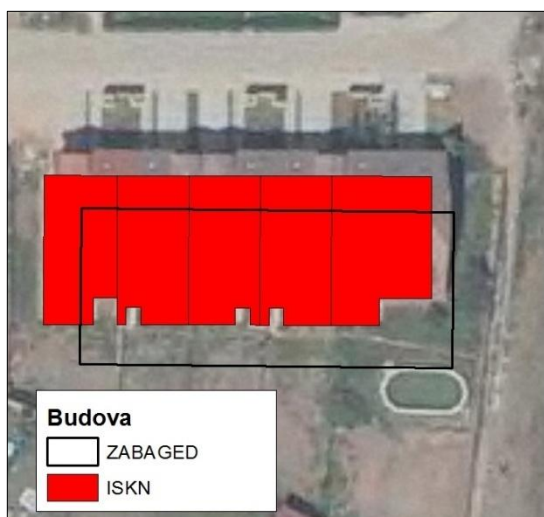
Základní výzkumnou otázkou je, nakolik odpovídá právní stav zachycený v datech ISKN skutečnosti. Za skutečnost je pro účely této práce považována databáze ZABAGED, tedy digitální geografický model území České republiky, jenž podléhá pravidelné aktualizaci. Rozdíly datových sad tkví jak v geometrické, tak i atributové části, jak již bylo představeno v kapitole zabývající se popisem obou databází. Co se týče atributové složky dat, za referenční je považována databáze ZABAGED a za hodnocenou databáze ISKN. Porovnává se tedy shoda / neshoda atributů. Ačkoliv se v současnosti zpřesňuje poloha prvků z databáze ZABAGED fotogrammetrickými metodami, používáním ortofot s vysokým rozlišením a využíváním dat leteckého laserového skenování, má geometrie dat ISKN, získávána zeměměřickou činností na základě bodů polohového bodového pole, vyšší polohovou přesnost. Tudíž v případě geometrické složky dat se zohlednila přesnost dat ZABAGED, aby nedocházelo k neshodě plynoucí právě z nižší polohové přesnosti dat ZABAGED.

4.2 Definice rozdílu v datech ISKN a ZABAGED

V teoretické části bylo pojednáváno o praktikách sledování změn land use / land cover. Spektrální charakteristiky jsou v našem případě nahrazeny kategoriemi vystihujícími LU / LC, proto je za změnu považována neshoda, za „nezměnu“ shoda. Definice shody je v této práci vyjádřena prostřednictvím dvou přístupů. První přístup je čistě logický a vychází z obecné teorie množin, za shodu je považována shoda v atributové části dat (kategorie si v daném místě odpovídají), za neshodu neshoda v atributové části dat (kategorie si v daném místě

neodpovídají). Druhý přístup je založen na teorii fuzzy množin, která nám umožňuje zohlednit geometrickou složku dat, tj. vzít v úvahu také polohovou přesnost dat ZABAGED vyjádřenou maximální hodnotou střední polohové chyby. Z objektu ZABAGED se stane tzv. fuzzy objekt v závislosti na úrovni geometrické přesnosti tohoto objektu (viz tabulka 6). Shoda je v případě fuzzy logiky vyjádřena stupněm příslušnosti, neshoda nastává tehdy, pokud se objekt z dat ISKN nepřekrývá s fuzzy objektem z dat ZABAGED.

Následující obrázek 12 je ukázkou rozdílu v datech ZABAGED a ISKN na příkladu budovy. Je zde patrné, že neshoda je ovlivněna právě rozlišnou geometrickou přesností obou datových sad. V určitém místě, kde se polygony překrývají, by se jednalo o shodu, avšak v případě zanedbání geometrické přesnosti dat ZABAGED by nepřekrývající se část vykazovala neshodu. S využitím fuzzy přístupu by však i tato část mohla shodu vykazovat.



Obr. 12. Ukázka shody / neshody v datech ZABAGED a ISKN na příkladu budovy.
Zdroj: vlastní tvorba; data ISKN; data ZABAGED; ČÚZK, 2014h.

4.3 Hodnocení korespondence objektů / kategorií

Abychom mohli data ZABAGED a ISKN porovnávat, musíme nejprve nalézt jakýsi převodní můstek mezi daty, tj. nalézt korespondující si prvky ve smyslu objektů / kategorií (podkategorií). V předchozí kapitole byly obě databáze představeny a na základě jejich popisu a důkladného seznámení s definicemi jednotlivých objektů / kategorií (podkategorií) lze hledat korespondenci typů objektů. Korespondence dat tedy bude primárně vycházet z definic, tedy z metadat k oběma datovým sadám. Objektů ZABAGED je daleko více nežli kategorií ISKN, tudíž se přistoupí nejprve k vybrání vhodných objektů ZABAGED a posléze k přiřazení objektů ZABAGED k odpovídajícím kategoriím a podkategoriím dat ISKN, tj. k *Druhu pozemku* a

Způsobu využití pozemku. Na základě takto připravených dat bude možné obě datové sady porovnávat.

4.3.1 Selekce objektů ZABAGED

Po prozkoumání všech objektů databáze ZABAGED včetně jejich popisu a atributů bylo přistoupeno k výběru vhodných prvků pro další analýzu. Databáze ZABAGED je tvořena polohopisnou a výškopisnou částí. Pro účely této práce nás výškopisná část nezajímá, proto z výběru můžeme vyloučit objekty spadající do této části. Předpokladem vhodných objektů je také jejich vyjádření land use či land cover. Dále víme, že objekty jsou v databázi reprezentovány jako body, linie a polygony. Výběr tedy omezíme na základě podmínky souvislého pokrytí plochy objekty na prvky zejména polygonové, ale dále i liniové. V případě liniových prvků je třeba objektivně rozhodnout, jaké prvky by mohly ovlivnit „změnu“ významu plochy. Příkladem může být vodní tok, který je v datech ISKN brán jako parcela, a tudíž musí být zařazen do výběru, aby z tohoto důvodu nedošlo ke zkresleným výsledkům. I v tomto případě je opět potřeba vycházet z definic objektů ZABAGED. Přihlédnuto bylo i ke kategoriím a podkategoriím dat ISKN. Ve sporných případech byly kontrolovány výskyty objektů v katastrální mapě, tj. jak jsou objekty ZABAGED reprezentovány v datech ISKN. Pokud tedy ve více případech objektu náležela vlastní parcela v katastrální mapě, objekt byl zařazen do výběru. Při rozhodování bylo využito také článku (Šíma, 2002), ve kterém se autor zabývá kompatibilitou a zobrazením změn objektů ZABAGED na katastrálních mapách v digitální formě. Podnětem pro tuto analýzu byla koncepce 2. etapy vývoje ZABAGED, kde bylo uvedeno, že se mapy velkého měřítka budou alternativně využívat pro aktualizaci dat ZABAGED. Autor se snaží objasnit, nakolik je právě katastrální mapa vhodným zdrojem pro aktualizaci ZABAGED. Analýza spočívá v porovnání obsahu katastrální mapy a *Katalogu objektů ZABAGED*. Jedno z kritérií hodnocení spočívá v možnostech výskytu jednotlivých objektů ZABAGED v digitální katastrální mapě, přičemž možnosti jsou následující: identifikace objektů ZABAGED v DKM je jednoznačná, je méně jistá – nutnost došetřit, objekty ZABAGED se v DKM nevyskytují. Závěrem autor konstatuje, že katastrální mapy jsou sice vhodným zdrojem pro aktualizaci dat ZABAGED, nikoliv však výlučným. Pro tuto práci můžeme využít výše zmíněné kritérium jako podklad pro rozhodování. Pokud se objekt ZABAGED v DKM nevyskytuje, je s ohledem na ostatní skutečnosti pravděpodobně vyřazen z výběru.

V tabulce 5 byly představeny kategorie objektů ZABAGED. Nyní přejdeme k jednotlivým objektům zařazeným do těchto kategorií a k výběru objektů, které budou použity pro hledání korespondence. První kategorií jsou *Sídelní, hospodářské a kulturní objekty*. Objekty spadající do této kategorie spolu se zaznamenanou reprezentací a pořadovým číslem jsou zobrazeny v tabulce 9. Ve všech případech objektů se jedná o polohopis. Pokud z výběru vyřadíme bodové

objekty, zbudou nám v tabulce pouze objekty reprezentované plochou či linií popř. obvodovou linií. Plošné objekty byly ponechány všechny, z liniových pak vybrány pouze ty, které by mohly v širším rozsahu významově vytvářet jiný typ land use, než na kterém jsou umístěny. Zeleně jsou pak v tabulce vyznačeny všechny objekty, které byly vybrány pro analýzu (stejně jako v tabulkách 10, 11, 12, 13, 14, 15 a 16).

1. SÍDELNÍ, HOSPODÁŘSKÉ A KULTURNÍ OBJEKTY		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
1.01	Ostatní plocha v sídlech	plocha, centroid plochy
1.02	Budova jednotlivá nebo blok budov	plocha, bod
1.03	Věžovitá stavba na budově, věžovitá stavba ostatní	bod
1.04	Ústí šachty, štoly	bod
1.05	Těžní, ropná věž	bod
1.06	Povrchová těžba, lom	plocha, centroid plochy
1.07	Usazovací nádrž, odkaliště	plocha, centroid plochy
1.08	Halda, odval	plocha, centroid plochy
1.09	Kůlna, skleník, fóliovník	obvodová linie
1.10	Tovární komín	bod
1.11	Dopravníkový pás	linie
1.12	Chladicí věž	obvodová linie
1.13	Válcová nádrž, zásobník	obvodová linie nebo bod
1.14	Sílo	obvodová linie nebo bod
1.15	Vodojem věžový	bod
1.16	Skládka	plocha, centroid plochy
1.17	Větrný mlýn	bod
1.18	Větrný motor	bod
1.19	Rozvalina, zřícenina	obvodová linie
1.20	Mohyla, pomník, náhrobek	bod
1.21	Kříž, sloup kulturního významu	bod
1.22	Hradba, val, bašta, opevnění	linie
1.23	Zed'	linie
1.24	Hřbitov	plocha, centroid plochy
1.25	Lyžařský můstek	linie
1.27	Areál účelové zástavby	plocha, centroid plochy
1.28	Doplňková linie	linie
1.31	Definiční bod adresního místa	bod
1.32	Bunkr	bod
1.33	Škola – definiční bod	bod
1.34	Pošta – definiční bod	bod

Tabulka 9. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Sídelní, hospodářské a kulturní objekty*.
Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Do kategorie *Komunikace* jsou zahrnuty všechny dopravní cesty včetně objektů s nimi souvisejícími (viz tabulka 10). Opět byly vybrány všechny plošné objekty, ale také objekty liniové, jež tvoří dopravní síť. Nebylo nutné zařazovat do výběru prvky související a ve většině případů i umístěné na komunikacích (např. *Křižovatka úrovňová*, *Most* apod.). Ačkoli se zprvu

objekt *Pěšina* jevil dle všech skutečností jako nevýznamný, nakonec byl také zařazen do výběru, neboť na podkladě katastrální mapy bylo zjištěno, že se v ojedinělých případech jako parcela vyskytuje. Zařazení tohoto objektu do analýzy negativně neovlivní výsledek, naopak pokud by objekt *Pěšina* vybrán nebyl, nemuselo by dojít ke shodě a výsledek by tak ovlivněn byl.

2. KOMUNIKACE		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
2.01	Silnice, dálnice	linie
2.02	Ulice	linie
2.03	Cesta	linie
2.04	Pěšina	linie
2.05	Křižovatka mimoúrovňová	bod
2.06	Křižovatka úrovňová	bod
2.07	Uzlový bod silniční sítě	bod
2.08	Most	linie
2.09	Lávka	linie nebo bod
2.10	Podjezd	linie nebo bod
2.11	Železniční přejezd	linie nebo bod
2.12	Propustek	linie nebo bod
2.13	Přívoz	linie
2.14	Tunel	linie
2.15	Parkoviště, odpočívka	plocha, centroid plochy
2.17	Železniční trať	linie
2.18	Železniční vlečka	linie
2.19	Kolejiště	plocha, centroid plochy
2.20	Železniční stanice, zastávka	bod
2.21	Stanice metra	bod
2.22	Lanová dráha, lyžařský vlek	linie
2.23	Stožár lanové dráhy	bod
2.24	Tramvajová dráha	linie
2.25	Letiště	plocha, centroid plochy
2.26	Obvod letištní dráhy	plocha
2.27	Osa letištní dráhy	linie
2.28	Metro	linie
2.29	Definiční bod náměstí	bod
2.30	Brod	linie
2.31	Silnice neevidovaná	linie
2.32	Silnice ve výstavbě	linie
2.33	Areál železniční stanice, zastávky	plocha, centroid plochy
2.34	Heliport	bod

Tabulka 10. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Komunikace*.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

V kategorii *Rozvodné sítě a produktovody* nelze uvažovat o jiných nežli plošných objektech. Výčet všech objektů zařazených do této kategorie nalezneme v tabulce 11. Objekty

s pořadovým číslem 3.03, 3.04 a 3.05 nebyly vybrány z důvodu, že zásadně neovlivňují využití plochy.

3. ROZVODNÉ SÍTĚ A PRODUKTOVODY		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
3.01	Elektrárna	centroid plochy, plocha nebo bod
3.02	Rozvodna, transformovna	plocha, centroid plochy
3.03	Elektrické vedení	linie
3.04	Stožár elektrického vedení	bod
3.05	Dálkový produktovod, dálkové potrubí	linie
3.06	Přečerpávací stanice produktovodu	plocha, centroid plochy

Tabulka 11. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Rozvodné sítě a produktovody*.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Pod pátou kategorií je zahrnuto všechno vodstvo a objekty s ním spojené, jak je uvedeno v tabulce 12. Vybrány byly pouze objekty *Vodní tok*, *Vodní plocha* a *Bažina, močál*, ostatní objekty ve většině případů představují prvek umístěný na těchto objektech (*Vodopád*, *Plavební komora*, atd.).

4. VODSTVO		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
4.01	Zdroj podzemních vod	bod
4.02	Vodní tok	linie
4.03	Rozvodnice	linie
4.04	Přístaviště	bod
4.06	Vodopád	linie nebo bod
4.07	Přehradní hráz, jez	linie
4.08	Plavební komora	linie
4.09	Akvadukt, shybka	linie
4.10	Vodní plocha	plocha, centroid plochy
4.11	Břehová čára	linie
4.12	Bažina, močál	obvodová linie

Tabulka 12. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Vodstvo*.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

V rámci kategorie *Územní jednotky včetně chráněných území* (viz tabulka 13) se do korespondence nezařadí ani jeden objekt. Přestože *Velkoplošné zvláště chráněné území* a *Maloplošné zvláště chráněné území* jsou reprezentována plošným objektem, nicméně nespecifikují nám LU / LC.

5. ÚZEMNÍ JEDNOTKY VČETNĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
5.01	Hranice správní jednotky a katastrálního území	linie
5.14	Definiční bod správního celku	bod
5.15	Maloplošné zvláště chráněné území	plocha
5.16	Velkoplošné zvláště chráněné území	plocha

Tabulka 13. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Územní jednotky včetně chráněných území*.
Zdroj: ČÚZK, 2014m.

V případě šesté kategorie *Vegetace a povrch* byly vybrány všechny plošné objekty, které zároveň jasně vystihují využití plochy či krajinný pokryv. Ostatní objekty nejsou pro naše účely potřebné. Výčet všech objektů této kategorie je zanesen v tabulce 14.

6. VEGETACE A POVRCH		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
6.01	Hranice užívání půdy	linie
6.02	Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy	plocha, centroid plochy
6.03	Chmelnice	plocha, centroid plochy
6.04	Ovocný sad, zahrada	plocha, centroid plochy
6.05	Vinice	plocha, centroid plochy
6.06	Trvalý travní porost	plocha, centroid plochy
6.07	Lesní půda se stromy	plocha, centroid plochy
6.08	Lesní půda s křovinatým porostem	plocha, centroid plochy
6.09	Lesní půda s kosodřevinou	plocha, centroid plochy
6.10	Okrasná zahrada, park	plocha, centroid plochy
6.11	Významný nebo osamělý strom, lesík	bod
6.12	Liniová vegetace	linie
6.13	Lesní průsek	linie
6.14	Rašeliniště	obvodová linie nebo bod
6.15	Pomocná hranice užívání	linie

Tabulka 14. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Vegetace a povrch*.
Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Terénní reliéf je další kategorií objektů ZABAGED. Zahrnuje však takové prvky terénu, které nevyjadřují krajinný pokryv ani zásadně nemění využití plochy, na které se vyskytují. Objekty s pořadovým číslem 7.02, 7.03, 7.04 a z části i 7.05 navíc náležejí výškopisné části dat, tudíž jednoznačně nemohou být zařazeny do výběru. Tato kategorie, jejíž objekty jsou vyznačeny v tabulce 15, není pro účely této práce potřebná.

7. TERÉNNÍ RELIÉF		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
7.01	Hranice geomorfologické jednotky	linie
7.02	Vrstevnice základní	linie
7.03	Vrstevnice zdůrazněná	linie
7.04	Vrstevnice doplňková	linie
7.05	Kótovaný bod	bod
7.06	Skalní útvary	obvodová linie
7.07	Rokle, výmol	linie
7.08	Sesuv půdy, suť	obvodová linie
7.09	Vstup do jeskyně	bod
7.10	Osamělý balvan, skála, skalní suk	bod
7.11	Skupina balvanů	linie nebo bod
7.12	Stupeň, sráz	linie
7.13	Pata terénního útvaru	linie

Tabulka 15. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Terénní reliéf*.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Poslední kategorií jsou *Geodetické body* (viz tabulka 16). Ani zde nebyly vybrány objekty, ve všech případech se jedná o bodovou reprezentaci, přičemž význam těchto objektů nikterak nesouvisí s využitím ploch či krajinným pokryvem.

8. GEODETICKÉ BODY		
Pořadové číslo	Objekt	Reprezentace
8.01	Bod polohového bodového pole	bod
8.02	Bod základního výškového bodového pole	bod
8.03	Bod základního tíhového bodového pole	bod

Tabulka 16. Výčet objektů ZABAGED z kategorie *Geodetické body*.

Zdroj: ČÚZK, 2014m.

Pokud shrneme předešlé, byly pro analýzu korespondence vybrány téměř všechny polygonové objekty databáze a některé liniové, které převážně tvoří síť komunikací. Z celkového počtu 116 objektů ZABAGED bylo pro další analýzu vybráno 41 objektů.

4.3.2 Přiřazení objektů ZABAGED ke kategoriím / podkategoriím ISKN

Po výběru vhodných objektů nyní přecházíme k jejich přiřazení k odpovídajícím datům ISKN. Obecně existují čtyři druhy vazeb, a to 1:1, 1:N, N:M a bez relace. Následující tabulka 17 znázorňuje možnosti kardinality vztahů jednotlivých kategorií (podkategorií) ISKN a objektů ZABAGED.

RELACE	POPIS RELACE
1 : 1	jedné kategorii ISKN odpovídá právě jeden objekt ZABAGED
1 : N	jedné kategorii ISKN odpovídá více objektů ZABAGED
N : 1	více kategorií ISKN odpovídá jednomu objektu ZABAGED
M : N	více kategorií ISKN odpovídá více objektům ZABAGED
1 : 0	jedné kategorii ISKN neodpovídá žádný objekt ZABAGED
0 : 1	jednomu objektu ZABAGED neodpovídá žádná kategorie ISKN

Tabulka 17. Kardinalita vztahu kategorií ISKN a objektů ZABAGED.

Zdroj: vlastní tvorba.

První možností je vazba 1:1, příkladem takové relace může být kategorie ISKN *chmelnice* a k ní odpovídající objekt *Chmelnice* z dat ZABAGED. Dále jsou to vazby 1:N a N:1. U těchto vazeb připadá vždy jeden prvek k několika prvkům z druhé datové sady. Opět pro vysvětlení můžeme uvést tento příklad: *lesní pozemek* v datech ISKN odpovídá třem objektům z dat ZABAGED a to: *Lesní půda se stromy*, *Lesní půda s křovinatým porostem* a *Lesní půda s kosodřevinou*. Opačnou relací kdy odpovídá více kategorií ISKN jednomu objektu z dat ZABAGED je vztah kategorií *ovocný sad* a *zahrada* k objektu *Ovocný sad, zahrada*. Vztah M:N je již složitější. Více prvkům z jedné datové sady odpovídá více prvků z druhé datové sady. Příklady těchto relací najdeme mezi podkategoriemi ISKN a jednotlivými objekty ZABAGED mnoho. Lze uvést například následující: k podkategorii *ostatní komunikace* náleží objekt *Pěšina, Ulice, Cesta* a *Ostatní plocha v sídlech* z dat ZABAGED a zároveň například objekt *Ostatní plocha v sídlech* nenáleží pouze k podkategorii *ostatní komunikace*, ale také k podkategoriím *jiná plocha* či kupříkladu *společný dvůr*. Vazby 1:0 a 0:1, zvané jako částečné, jsou pro účely práce nežádoucí. Objekty ZABAGED, které nemají k sobě vhodnou kategorii, resp. podkategorii ISKN, byly eliminovány již v průběhu selekce, příkladem může být objekt *Elektrické vedení*. Pokud však vystihovaly LU / LC (například objekt *Usazovací nádrž, odkaliště*), do výběru být zařazeny musely i přesto, že dle metadat neměly jasné odpovídající kategorii ISKN. Ta byla nalezena v průběhu dalšího šetření. To samé platí i o druhé vazbě, tj. kdy neodpovídá kategorie ISKN žádnému z objektů ZABAGED. Pokud nebylo možné takový objekt najít, opět se přistoupilo k šetření nad samotnými daty.

Tato analýza korespondence je jakousi předpřípravou odpovídajících si kategorií (podkategorií) / objektů na základě jejich metadat. K tomuto úkonu je opět třeba detailní znalosti definic jednotlivých objektů ZABAGED včetně jejich nabývajících atributů a taktéž popisu kategorií ISKN (*Druh pozemku*) a jejich podkategorií (*Způsob využití pozemku*). Pokud však ani dle definic nebylo možné jednoznačně určit korespondenci, bylo přistoupeno k namátkovému šetření na podkladě samotných dat, tj. našel se objekt ZABAGED a zkoumalo se, jak je znázorněn v DKM. Jako konkrétní příklad lze uvést objekt *Hradba, val, bašta, opevnění*.

Původní záměr pro hledání korespondence byl jednoznačně rozřadit objekty do kategorií odpovídajících kategoriím ISKN. Avšak z důvodu rozdílné struktury kategorií ISKN a jejich podrobnějšího členění od objektů ZABAGED tento záměr aplikovat nelze bez toho, aniž by došlo k zásadním chybám v celkovém porovnávání dat. Z výše popsaného je zřejmé, že hodnocení korespondence musí probíhat na úrovni objektů se zohledněním jejich atributů pro data ZABAGED, resp. na úrovni *Druhu pozemku* se zohledněním *Způsobu využití pozemku* pro data ISKN. Rozdíl oproti původnímu záměru je také fakt, že se mohou objekty ZABAGED zároveň vyskytovat ve více než jedné kategorii ISKN, a to proto, že existují vztahy M:N.

Výsledek hledání korespondence na základě metadat je pak zachycen v příloze 2. Tabulka obsahuje kategorie ISKN a k ní náležité podkategorie včetně obou kódů. Dále byla u všech kategorií přidána podkategorie „bez rozlišení“, kam připadají parcely, jež nemají zachycen *Způsob využití pozemku*. Ke každé kategorii resp. podkategorii je pak přiřazen jeden až x objektů ZABAGED, které jí odpovídají. Jak již bylo řečeno, objekty ZABAGED se mohou zároveň vyskytovat v několika kategoriích (podkategoriích).

Předkládaný návrh korespondence kategorií (podkategorií) / objektů by nebyl kompletní, kdybychom neobjasnili důvod přiřazení jednotlivých objektů ZABAGED k podkategoriím ISKN. Vezmeme tedy jednotlivé *Způsoby využití pozemku* včetně podkategorie *bez rozlišení* a vysvětlíme argumenty pro daná rozhodnutí.

1 skleník, pařeniště

První podkategorii je *skleník, pařeniště*, ke které byly přiřazeny objekty *Kůlna, skleník, fóliovník* a *Areál účelové zástavby [typ účelové zástavby = skleníkové pěstování plodin]*. Zatímco první objekt již podle názvu, ale též definice, jasně poukazuje na dané přiřazení, druhý objekt, *Areál účelové zástavby*, nikoliv. Jedním z možných *typů účelové zástavby* je však *skleníkové pěstování plodin* a právě proto byl tento objekt přiřazen k podkategorii *skleník, pařeniště*.

2 školka

Další podkategorie, *školka*, je definována jako školka ovocných, lesních nebo okrasných stromů, viničná školka nebo školka pro chmelovou sáď. Jelikož samostatný objekt zastupující školu v datech ZABAGED neexistuje, předpokládáme, že je zahrnut opět pod objektem *Areál účelové zástavby [typ účelové zástavby = zemědělský areál ostatní]*. Pokud by tomu tak nebylo, další kombinací, která by vykazovala shodu, je přiřazení k této podkategorii objekt ZABAGED, který charakterizuje druh pozemku, tj. v případě školky ovocných stromů by to byl objekt *Ovocný sad, zahrada*, v případě viničné školky objekt *Vinice* atd.

3 *plantáž dřevin*

K podkategorii *plantáž dřevin* byl opět přiřazen objekt *Areál účelové zástavby [typ účelové zástavby = zemědělský areál ostatní]*, navíc ještě objekt *Lesní půda se stromy*, pokud by v datech ZABAGED nebyla plantáž dřevin vymezena jako zemědělský areál.

4 *les jiný než hospodářský*

Další podkategorii je *les jiný než hospodářský*, do které spadají lesy ochranné a zvláštního určení. V datech ZABAGED se však takovéto lesy nevyčleňují, proto byly k této podkategorii přiřazeny všechny objekty lesního rázu, tj. *Lesní půda se stromy*, *Lesní půda s křovinatým porostem*, *Lesní půda s kosodřevinou*.

5 *lesní pozemek, na kterém je budova*

Pátá podkategorie nese název *lesní pozemek, na kterém je budova*, přičemž dle definice je pozemek specifikován tak, že není odňat plnění funkcí lesa. To tedy znamená plochu s lesním pozemkem včetně menší budovy, která není registrovaná jako stavba, tudíž můžeme předpokládat, že parcela bude zabírat větší plochu nežli je samostatná stavba. Dle tohoto úsudku byly kromě objektu *Budova jednotlivá nebo blok budov* přiřazeny ještě objekty vystihující všechny lesní pozemky: *Lesní půda se stromy*, *Lesní půda s křovinatým porostem*, *Lesní půda s kosodřevinou*.

6 *rybník*

Několik následujících podkategorií se vztahuje k vodstvu a přiřazení objektů ZABAGED je více méně jednoznačné. Všechny typy vodních ploch, ať již přírodních či umělých jsou v datech ZABAGED reprezentovány jediným objektem, a sice objektem *Vodní plocha*. Proto je tedy přiřazení tohoto objektu k podkategorii *rybník* jasné.

7 *koryto vodního toku přirozené nebo upravené*

V datech ZABAGED je vodní tok zastoupen dvěma objekty. Rozdělení vodního toku závisí na jeho šíři. Pokud se jedná o vodní tok, jehož šířka je menší nežli 5 metrů, jedná se o objekt *Vodní tok*. Avšak jestliže je vodní tok širší, než 5 metrů, v datech je reprezentován objektem *Vodní plocha*. K podkategorii *koryto vodního toku přirozené nebo upravené* byly tudíž přiřazeny oba objekty.

8 *koryto vodního toku umělé*

V případě této podkategorie platí stejné stanovisko jako u podkategorie *koryto vodního toku přirozené nebo upravené*.

9 vodní nádrž přírodní

Další podkategorii je *vodní nádrž přírodní*. Stejně jako u podkategorie *rybník* byl přiřazen objekt *Vodní plocha*.

10 vodní nádrž umělá

I zde je jednoznačné přiřazení objektu *Vodní plocha*.

11 zamokřená plocha

Podkategorii *zamokřená plocha* odpovídá v ZABAGED objekt *Bažina, močál*. Ani v tomto případě není problém s jednoznačným přiřazením.

12 společný dvůr

Takto zřejmě přiřazení již však neplatí u další podkategorie, *společný dvůr*, která je definována jako společný dvůr v podílovém spoluvlastnictví vlastníků bytových domů, které s tímto pozemkem sousedí. Dle definic objektů ZABAGED nebylo zcela zřejmé jaký objekt popřípadě objekty zde přiřadit, proto se přistoupilo k ověřování na podkladě dat ZABAGED, kde bylo zjištěno, že společné dvory jsou reprezentovány objektem *Ostatní plocha v sídlech*.

13 zbořeniště

Další možný *Způsob využití pozemku* je *zbořeniště*, jež je dle definice zbořenou budovou či zříceninou. V datech ZABAGED existuje ekvivalentní objekt, a to *Rozvalina, zřícenina*. I přes nalezení odpovídajícího objektu však musíme brát v úvahu i ostatní objekty, které by mohly ohrozit výslednou shodu v databázích. Tudíž byl k této podkategorii zařazen i objekt *Areál účelové zástavby [typ účelové zástavby = areál hradu (zříceniny)]*. Dále pokud budeme uvažovat, že ze zbořeného hradu může například zbýt pouze opevnění, musíme přiřadit k této podkategorii i objekt *Hradba, val, bašta, opevnění*.

14 dráha

V pořadí čtrnáctou podkategorii je *dráha*, do které dle definice náleží dráha železniční, tramvajová, trolejbusová či lanová s vlastní dopravní cestou. K této podkategorii se tedy jasně přiřadí následující objekty: *Železniční trať, Železniční vlečka, Tramvajová dráha a Lanová dráha, lyžařský vlek*. Dále opět můžeme zajistit lepší shodu, pokud budeme uvažovat i objekty související s drahami, tj. objekt *Kolejiště a Areál železniční stanice, zastávky*.

15 dálnice

Další dvě podkategorie se opět vážou k dopravě: *dálnice* a *silnice*. K oběma těmto podkategorii byly přiřazeny stejné objekty, a sice z důvodu, že právě v datech ZABAGED se silnice i dálnice evidují jako jeden objekt *Silnice, dálnice*. Druhý objekt, který by se mohl

shodovat s těmito podkategoriemi, je *Silnice ve výstavbě*, jež po jejím dokončení bude náležet do objektu *Silnice, dálnice*.

16 silnice

Viz dálnice.

17 ostatní komunikace

Zbylé komunikace v datech ZABAGED reprezentované objekty *Silnice neevidovaná*, *Ulice*, *Cesta* a *Pěšina* byly přiřazeny k podkategorii *ostatní komunikace*, která zastupuje místní nebo účelové komunikace v terénu. Také objekt *Ostatní plocha v sídlech* by se mohl s touto podkategorií shodovat, jelikož je definován jako ostatní plocha v sídlech např. zastavěná plocha, plocha ulic, proluky. Tato přiřazení ovšem neplatí v rámci kategorie lesní pozemek, kde se vyřadí objekty související se sídly, tj. *Ulice* a *Ostatní plocha v sídlech*.

18 ostatní dopravní plocha

Posledním *Způsobem využití pozemku* vztahujícím se k dopravě je *ostatní dopravní plocha* a je definována takto: Letiště, přístav, veřejné parkoviště (pokud není součástí pozemní komunikace). Vymezení této podkategorie je zřejmé, a tudíž můžeme jednoznačně přiřadit objekty *Letiště*, *Obvod letištní dráhy*, *Parkoviště*, *odpočívka* a *Areál účelové zástavby [typ účelové zástavby = přístav]*

19 zeleň

Následující podkategorií je *zeleň*, k níž můžeme dle definice jasné přiřadit odpovídající objekt *Okrasná zahrada, park*.

20 sportoviště a rekreační plocha

Dále je pak podkategorie *sportoviště a rekreační plocha*, již byl přiřazen také pouze jeden objekt ZABAGED - *Areál účelové zástavby*. Tento objekt byl zvolen dle definice podkategorie, která je následující: Hřiště, stadion, koupaliště, sportovní dráha a jízdná, střelnice, autokemp, tábořiště apod. U přiřazeného objektu se mimo jiné vyskytují i tyto hodnoty atributu *typ účelu zástavby*: *sportovní areál*, *plavecký areál*, *stadion*, *dostihový areál*, *parkur*, *auto-moto-cyklo areál*, *golfový areál*, *střelnice*, *koupaliště*, *camping*, *hřiště*, *rekreační zástavba*, *kynologické cvičiště*. Přiřazení právě tohoto objektu je tudíž patrné.

21 hřbitov, urnový háj

Zjevné přiřazení dle definic je podkategorie *hřbitov, urnový háj* a objekt *Hřbitov*.

22 *kulturní a osvětová plocha*

Obdobně, jako u podkategorie *sportoviště a rekreační plocha*, se i tato další podkategorie váže s objektem *Areál účelové zástavby*. Opět se vychází z definice: Botanická a zoologická zahrada, skanzen, amfiteátr, památník apod. Z hodnot atributu *typ účelové zástavby* můžeme vybrat toto: *botanická zahrada, zoo, safari, skanzen, výstaviště, letní scéna, kulturní objekt ostatní*.

23 *manipulační plocha*

V případě podkategorie s pořadovým číslem 23, nelze zcela vycházet z definice, která nám pouze říká, že se jedná o manipulační a skladovou plochu. Při porovnání katastrální mapy a dat ZABAGED bylo zjištěno, že se tato plocha shoduje s dvěma objekty, a to s objektem *Ostatní plocha v sídlech* a *Areál účelové zástavby*. Po uvážení lze potvrdit toto přiřazení, neboť manipulační a skladovou plochou se myslí nezastavěná plocha mezi budovami v areálu (VÚGTK, 2014). Pokud se tedy bude jednat o takto definovaný pozemek v určitém účelovém areálu, shodovat se bude s objektem *Areál účelové zástavby*. V ostatních případech pak s objektem *Ostatní plocha v sídlech*.

24 *dobývací prostor*

Další podkategorii v pořadí je *dobývací prostor*. Opět vycházíme z definic k datům, na jejichž základě přiřazujeme objekt *Povrchová těžba, lom*. Dále ale také objekt *Areál účelové zástavby* [*typ účelové zástavby = hlubinná těžba*].

25 *skládka*

Následuje podkategorie *skládka*, již odpovídá v datech ZABAGED stejnojmenný objekt *Skládka*. Jelikož z definice k této podkategorii není zřejmé, o skládku jakého odpadního materiálu se jedná, předpokládáme všechny druhy odpadu, tudíž přiřadíme kromě již zmíněného objektu *Skládka* ještě objekt *Halda, odval*. Ten je charakterizován jako nahromadění přírodního nebo antropogenního odpadového nebo nepotřebného materiálu vyvozeného z dolu či průmyslového závodu v případě haldy, v případě odval se pak jedná o zemní stavbu vytvořenou systematickým ukládáním odvalové hlušiny z podzemního dolu nebo z úpravny nerostné suroviny na odvališti.

26 *jiná plocha*

V případě této podkategorie nebylo lehké zvolit odpovídající objekty. Sama podkategorie je definována pouze jako pozemek nevyužívaný žádným z ostatních vyjmenovaných způsobů. Velký vliv na výběr objektů mělo prozkoumání této podkategorie v katastrální mapě a zároveň v datech ZABAGED. Výsledek šetření poukázal hlavně na objekt *Ostatní plocha v sídlech*. Dále pokud uvažujeme, jaké objekty z předešlé selekce ještě nebyly použity pro žádnou jinou podkategorii, musíme sem přiřadit objekt *Usazovací nádrž, odkaliště*. Také *Areál účelové*

zástavby byl přiřazen k této podkategorii z důvodu, že nebyly zdaleka „využity“ všechny *typy účelové zástavby*. U předešlé podkategorie byl uveden objekt *Halda, odval*, u kterého nebylo dle definice jisté, zda se shoduje s dotyčnou podkategorií, v tom případě bude zařazen. Posledním objektem přiřazeným k této podkategorii je *Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy* právě z důvodu nespecifikovaných ploch.

27 neplodná půda

Tento *Způsob využití pozemku* je poměrně přesně definován (viz příloha 1). V datech ZABAGED ovšem není ekvivalentní objekt, který by této podkategorii odpovídal. Vcelku paradoxní je přiřazení k podkategorii *neplodná půda* objekt *Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy*. Opět je to pouze kvůli ostatním dále nespecifikovaným plochám, které jsou z tohoto pohledu nešťastně zařazeny společně do jediného objektu s ornou půdou.

28 vodní plocha, na které je budova

Dále existuje podkategorie podobná již jedné z předešlých, akorát na jiném druhu pozemku. Jedná se o podkategorii *vodní plocha, na které je budova* a stejně tak jako u *lesní plochy, na které je budova* přiřazujeme této podkategorii ze stejného důvodu objekt *Budova jednotlivá nebo blok budov* a objekty *Vodní plocha* a *Vodní tok*.

29 fotovoltaická elektrárna

Poměrně nově byla do *Způsobu využití pozemku* zařazena *fotovoltaická elektrárna*. V datech ZABAGED existuje samostatný objekt *Elektrárna*, jehož atribut *typ elektrárny* rozděluje elektrárny na vodní, jaderné, solární, větrné, parní, paroplynové, plynové a spalovací, přečerpávací vodní a ostatní alternativní elektrárny. A právě solární elektrárna odpovídá fotovoltaické.

bez rozlišení

Poslední volbou je podkategorie bez rozlišení, která byla zařazena z důvodu, že velmi často nebývá *Druh pozemku* dále specifikován na *Způsob využití pozemku*. Proto tedy musíme přiřadit objekty ZABAGED i v podstatě k jednotlivým kategoriím. Nelze říci, jaký konkrétní objekt bude v tomto případě přiřazen k podkategorii *bez rozlišení*, vždy záleží na *Druhu pozemku*. Vezmeme-li to v pořadí kódů kategorií, je to nejprve *orná půda*, k níž se bezpochyby váže objekt *Orná půda a dále nespecifikované plochy*, dále taktéž jednoznačné přiřazení (kategorie - objekt): *chmelnice – Chmelnice*, *vinice – Vinice*, *zahrada – Ovocný sad, zahrada, ovocný sad – Ovocný sad, zahrada, trvalý travní porost – Trvalý travní porost*. Dále následují kategorie, jimž bylo přiřazeno více objektů ZABAGED. Ke kategorii *lesní pozemek* objekty *Lesní půda se stromy*, *Lesní půda s kosodřevinou*, *Lesní půda s křovinatým porostem*, ke kategorii *vodní plocha* objekty *Vodní plocha*, *Vodní tok*. Obtížnější výběr nastává u posledních dvou

kategorií: *zastavěná plocha a nádvoří* a *ostatní plocha*. U první z nich musíme brát v úvahu, že chceme přiřadit všechny zastavěné plochy, které nemají jednoznačné rozřazení do podkategorií. Bude se tedy jednat o objekty obecně charakterizující zástavbu, tj. *Budova jednotlivá a blok budov*, *Areál účelové zástavby*, *Ostatní plocha v sídlech*, dále objekty, které mají specifické využití: *Elektrárna*, *Přečerpávací stanice produktovodu*, *Rozvodna*, *transformovna*, *Usazovací nádrž*, *odkaliště*, ale i objekt *Hradba*, *val*, *bašta*, *opevnění*, jež by mohl být také považován za zastavěnou plochu. Posledním objektem taktéž přiřazeným ke kategorii *zastavěná plocha a nádvoří* je *Kůlna*, *skleník*, *fóliovník* z důvodu, že skleník je v katastru evidován jako budova. U druhé kategorie s názvem *ostatní plocha* budou přiřazeny do podkategorie *bez rozlišení* tyto objekty: *Ostatní plocha v sídlech*, *Areál účelové zástavby* a *Orná půda a dále nespecifikované plochy*. Jedná se o plochy, u kterých není konkretizováno, o jaké specifické prvky v terénu se jedná.

4.4 Příprava dat pro analýzu

Proces přípravy dat se skládal z několika odlišných kroků. Nejprve bylo nutností definovat různorodá pravidla, dle kterých se budou data ISKN a ZABAGED porovnávat. Poté následovalo samotné předzpracování dat do takové podoby, aby na ně mohly být aplikovatelné navržené metody. V této části práce již budou představeny vytvořené skripty jako prostředek pro automatizaci navrhovaných postupů.

4.4.1 Nadefinování pravidel

Velmi důležité bylo nadefinovat pravidla, podle kterých se prováděla komparace. Ta se nacházejí včetně dalšího nastavení požadavků ve skriptu „*setting.py*“. Pokud by tedy bylo třeba upravit některá z nastavení, změny se provádí pouze v tomto skriptu.

První sada pravidel vychází z kapitoly 4. 3. 1 a definuje, které objekty ZABAGED vstupují do analýzy. V kolekci datového typu seznam nesoucí název „*selected_features*“ jsou evidovány názvy všech vrstev (včetně přípony pro formát shapefile) reprezentující jednotlivé objekty ZABAGED (viz příloha 4a), které se pro další postupy mají použít. Aby bylo možné data porovnávat, musela se nadefinovat pravidla, která určují korespondenci mezi kategoriemi resp. podkategoriemi dat ISKN a objekty ZABAGED, jež byla řešena v kapitole 4. 3. 2. Pro tato pravidla byl jako datový typ zvolen slovník, v němž jsou data ukládána jako dvojice: klíč – hodnota. Klíče jsou v našem případě složené kódy pro kategorie / podkategorie ISKN, hodnoty pak jednotlivé možné objekty ZABAGED shodující se dle hledání korespondence kategoriím / podkategoriím ISKN. Pravidla s názvem „*rules_correspondence*“ tedy odpovídají předkládané korespondenci v příloze 2 (viz příloha 40).

V práci již byly několikrát zmíněny úrovně geometrické přesnosti dat ZABAGED (viz tabulka 6), které se v některých předkládaných metodách také zohledňují. Byla tudíž navržena sada pravidel (viz příloha 4c), jež zachycuje tyto úrovně (resp. jejich maximální hodnotu střední polohové chyby) představující klíče ve slovníku „rules_accuracy“ a k nim jednotlivé objekty ZABAGED jako hodnoty těchto klíčů. Aby bylo možné následně pracovat s hodnotami střední polohové chyby jako s čísly, byl vytvořen ještě jeden slovník s názvem „rules_distance“, který zároveň transformuje textové hodnoty klíčů (string) ze slovníku „rules_accuracy“ na hodnoty číselné (integer). Úrovně geometrické přesnosti k jednotlivým objektům byly zjištěny z *Katalogu objektů ZABAGED* (ČÚZK, 2014m). Pokud objektu odpovídalo více úrovní, byla použita menší přesnost, tj. úroveň s vyšší hodnotou maximální střední polohové chyby. Specifickým případem je pak objekt *Vodní tok*, který může nabývat úrovní B, C, D i E. V metadatech je však upřesněno, že úroveň D platí pouze v případě průběhu vodního toku v rámci bažin a velkých vodních ploch a úroveň E, která není charakterizována krajními hodnotami střední polohové chyby, v případě podzemních toků. Pro vodní toky byla zvolena jako maximální hodnota střední polohové chyby 15 metrů, tudíž úroveň geometrické přesnosti C.

Poslední pravidla, která jsou zaváděna, se týkají liniových objektů dat ZABAGED. Jelikož jsou značeny linií a stejné prvky v krajině jsou v datech ISKN reprezentovány parcelou, shoda by nastat nemohla. Bylo tedy nutné odhadnout reálnou šířku těchto prvků pro data ZABAGED. Nutností je dodat, že účelem práce není přesně stanovit skutečnou šířku, nýbrž pouze orientační hranici, kterou lze pro pozdější analýzy upravovat dle potřeby. Všechny objekty, pro které se hledal odhad jejich skutečná šíře, jsou zaznamenány v tabulce 18. Pro objekt *Hradba, val, bašta, opevnění* bylo stanovení šíře obtížné, jelikož se objekt skládá z různorodých prvků. Pro zjednodušení bylo vycházeno pouze z definice hradby, která je v *Katalogu objektů ZABAGED* charakterizována jako mohutná ohradní zeď, hlavní obranný prostředek středověkého opevnění. Dle literatury (Horák, 2014) dosahovaly hradby královských měst ve středověku tloušťky 1 – 2 metry. Odhad skutečné šíře prvku v krajině byl stanoven dle krajní hodnoty tohoto rozmezí, tedy na 2 metry. Dalším zkoumaným objektem byla *Cesta* a její modelová šířka byla stanovena na 3 metry podle České technické normy (ČSN) s třídícím číslem 73 6108 (VUT 2015) upravující požadavky pro navrhování a projektování prvků lesní dopravní sítě, konkrétně pak podle požadavků na lesní cesty. Pro objekty *Lanová dráha, lyžařský vlek, Tramvajová dráha, Železniční stanice a Železniční vlečka* byla šíře stanovena podle normálního rozchodu (tzv. Stephensonova rozchodu) kolejí, který odpovídá hodnotě 1435 mm. V současnosti mají tento rozchod téměř všechny železniční tratě, městské tramvajové sítě i např. petřínská lanová dráha (Wikipedie, 2015). Výjimky, které samozřejmě existují, však mají vždy rozchod menší. Pokud budeme brát v úvahu ještě určitou plochu okolo kolejí, můžeme definovat šíři na 2 metry. Dalším objektem je *Pěšina*, jejíž šíře v krajině nebyla dohledaná. Vycházíme-li z definice objektu ZABAGED, jedná se o komunikaci, jež je převážně určená pro pěší provoz, tudíž

můžeme maximální šíři zmenšit oproti objektu *Cesta* a definovat na 2 metry. Podle normy ČSN 73 6110 o projektování místních komunikací (MMR, 2006) můžeme stanovit šířku objektů *Silnice neevidovaná* a *Silnice ve výstavbě* na 3,5 metru. Tato metrická hodnota odpovídá šířce jízdního pruhu na rychlostních komunikacích. Pro objekt *Silnice, dálnice* byla zvolena šíře větší než 3,5 metru, neboť v případě dálnic se jedná o více než jeden jízdní pruh. Pokud budeme vycházet z dvou jízdních pruhů a odstavného pruhu můžeme hodnotu zaokrouhlit na 10 metrů. Pro objekt *Ulice* pak byla definována šířka tří metrů podle jízdního pruhu na obslužných komunikacích. Posledním objektem k definování odhadu jeho reálné šířky je *Vodní tok*, který byl stanoven na šířku 5 metrů. Tato hranice vychází z faktu, že se vodní toky širší pěti metrů podle ZABAGED znázorňují již polygonovou reprezentací. Tudíž jako maximální a také definovaná šířka vodního toku byla zvolena šířka 5 metrů. Tabulka 18 reprezentuje nadefinovaný slovník „*rules_width*“ určený k modelování reality (viz příloha 4d). Hodnoty odhadu skutečné šířky lze libovolně měnit ve skriptu „*setting.py*“ dle potřeb, např. specificky pro určité území.

OBJEKT ZABAGED	DEFINOVANÁ ŠÍŘKA
Hradba, val, bašta, opevnění	2 m
Cesta	3 m
Lanová dráha, lyžařský vlek	2 m
Pěšina	2 m
Silnice, dálnice	10 m
Silnice neevidovaná	3,5 m
Silnice ve výstavbě	3,5 m
Tramvajová dráha	2 m
Ulice	3 m
Vodní tok	5 m
Železniční trať	2 m
Železniční vlečka	2 m

Tabulka 18. Liniové objekty ZABAGED a jejich odhad skutečné šíře v krajině.

Zdroj: vlastní tvorba.

Všechna pravidla obsahují názvy jednotlivých objektů ZABAGED. V případě změny názvu objektu v datech nastává problém a pravidla na tento objekt fungovat nebudou. V důsledku této skutečnosti byl nalezen nesoulad mezi pojmenováním reálných dat a názvů, jež jsou předkládány v *Katalogu objektů ZABAGED*. Konkrétně se jedná o objekt *Budova jednotlivá nebo blok budov*, jenž v zapůjčených datech aktuálních k 24. 2. 2015, je pojmenován jako *Budova, blok budov*. Rozpor nastává i v případě objektu *Orná půda a ostatní dále nespécifikované plochy* nesoucí v datech název *Orná půda a ostatní neurčené plochy*. Po nahlédnutí do *Katalogů objektů ZABAGED* z předchozích let, konkrétně za roky 2013 a 2012, bylo zjištěno, že v těchto letech změna názvu nenastala. Proto byly kontrolovány i ostatní názvy vybraných objektů. Změna například nastala pro objekt *Areál železniční stanice, zastávky*

a to v roce 2014, do té doby byl objekt pojmenován jako *Železniční stanice*. Pro tyto objekty jsou tedy v pravidlech zapsány obě varianty názvu, aby se předešlo případným chybám, které by skripty vykazovaly. Tyto úpravy provádíme pouze ve skriptu „*setting.py*“.

4.4.2 Předzpracování dat

Pro předzpracování dat k analýze byly vytvořeny 3 oddělené skripty, jejichž princip bude v následujícím textu popsán. Předtím je však důležité vysvětlit, jak je k datům přistupováno. Všechny metody (viz kapitola 4. 5) jsou založeny na využití postupů z metod DPZ. Jelikož nemáme rastrová data, nýbrž vektorová, nabízejí se dvě možnosti, jak s daty dále pracovat. První z nich je konverze dat do rastrového formátu, druhá možnost tkví v simulaci rastru přes vzorky, které by se porovnávaly. Tyto vzorky mohou být jak bodové, tak plošné povahy (elementární plošky), přičemž záleží na jejich rozmístění. Mohou být generovány náhodně, rovnoměrně či v závislosti na typu objektu po hranici. V předkládaných metodách se simuluje rastr přes vzorky bodové povahy, přičemž jejich rozmístění je pravidelné, aby všechny body rovnoměrně pokrývaly území a výsledek tak byl co nejreprezentativnější. K těmto bodům jsou na základě prostorových vztahů připojeny popisné informace o LU / LC z obou datových vrstev. Komparace dat pro všechny metody je tedy založena na porovnávání bodů.

Z předchozího textu již víme, jaké typy objektů ZABAGED byly pro analýzu vybrány – polygonové a liniové. Polygonové objekty, jejichž geometrické určení je dle *Katalogu objektů ZABAGED* plocha, souvisle pokrývají území s dvěma výjimkami – objekt *Budova jednotlivá nebo blok budov*, který překrývá jakékoliv polygonové objekty a objekt *Obvod letištní dráhy*, který v několika namátkových případech překrýval objekt *Letiště*. Také vybrané objekty geometrického určení obvodová linie jsou reprezentovány polygony a překrývají jiné objekty. Dále máme liniové objekty, okolo kterých se vytvoří jakýsi pomyslný buffer, jehož rozměry jsou stanoveny podle pravidel „*rules_width*“ (podle odhadu šíře prvku v krajině) a opět tedy překrývají polygonové objekty ZABAGED. Všechny tyto „překrývající“ objekty zvyšují v analýze pravděpodobnost shody. Pokud budeme porovnávat data ISKN a ZABAGED za konkrétní bod, objektů ZABAGED se v místě komparace může nacházet více, a pokud alespoň jeden z nich bude vykazovat shodu s daty ISKN, tak i výsledek bude shodný.

4.4.2.1 Skript pro tvorbu bodové vrstvy za analyzované území

Nyní již můžeme přejít k postupům, jejichž účelem je předzpracování dat. Cílem prvního skriptu „*script_01_AreaDefinition.py*“ je vyhodnotit oblast, ve které se budou data porovnávat a vytvořit bodovou vrstvu určenou ke komparaci.

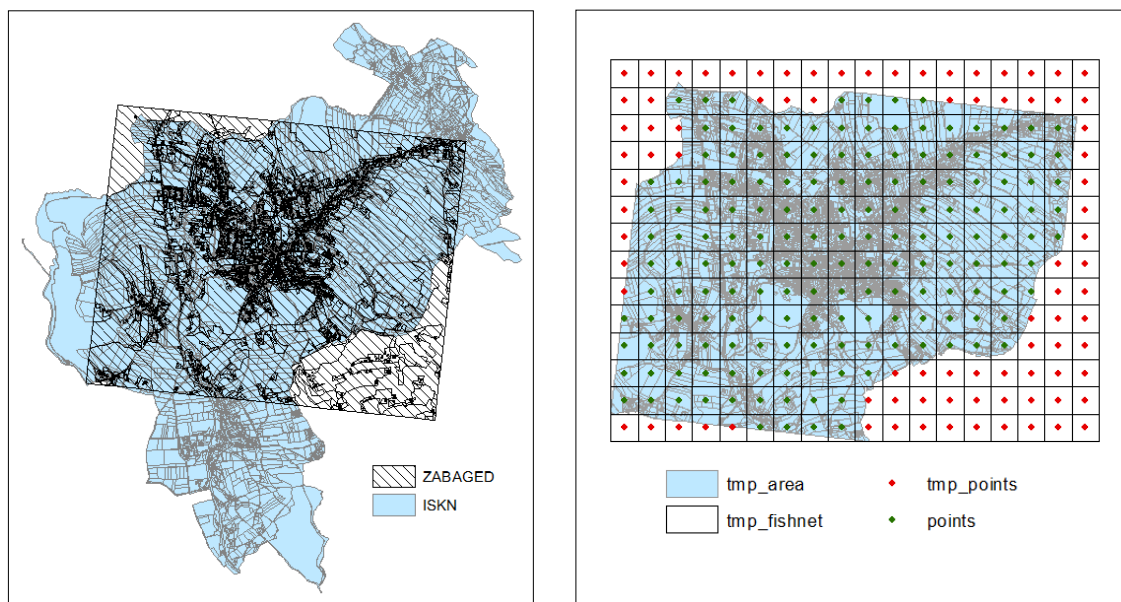
Vstupní data:

- data ISKN (soubor formátu shapefile) za vybrané území
- složka s daty ZABAGED (jednotlivé soubory ve formátu shapefile)

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „setting.py“:

- „*sampling interval*“ – interval vzorkování
- „*attrib_id*“ - název atributu pro nový identifikátor bodů

Pro stanovení překrývající se oblasti v obou datových sadách postačují z dat ZABAGED pouze polygonové objekty. Ty jsou nejprve vybrány z adresáře (*List Feature Classes*) a poté použity pro funkci *Merge*, která vybrané vrstvy spojí v jednu vrstvu novou („*tmp_zbgmerge.shp*“). Skript dále vytvoří z dat ISKN a z nově vzniklé vrstvy znázorňující územní rozsah dat ZABAGED pomocí překryvné funkce *Intersect* novou vrstvu s názvem „*tmp_area.shp*“, která vymezuje překrývající se oblast. Tato vrstva je použita pro tvorbu vrstvy bodové, jejíž vznik se skládá ze tří kroků. V prvním kroku vytvoří skript mřížku funkcí *Create Fishnet* (vrstva „*tmp_fishnet.shp*“). Parametr *Sampling Interval* (interval vzorkování), který se do funkce zadává, charakterizuje velikost buňky v mřížce, tj. její výšku a šířku, a udává v podstatě rozestup mezi výslednými body. Hustota bodů byla zvolena na 10 metrů z důvodu pokrytí i malých plošek vyskytujících se v území a zároveň z důvodu časové únosnosti dalších výpočtů (viz kapitola 5. 3). Body se generují v následujícím kroku použitím funkce *Feature To Point*, která z mřížky vytvoří body odpovídající centroidům buněk v oné mřížce (vrstva „*tmp_points.shp*“). Posledním krokem je pak oříznutí těchto bodů podle vrstvy „*tmp_area.shp*“ pomocí funkce *Clip*, jenž vytvoří opět novou vrstvu („*points.shp*“). Ukázka popisovaných kroků je na obrázku 13. Vlevo jsou vyobrazena vstupní data, která se částečně překrývají. Vpravo jsou pak zobrazeny všechny vytvořené vrstvy: překryv vstupních vrstev („*tmp_area.shp*“), mřížka („*tmp_fishnet.shp*“), bodové pole pro celou mřížku („*tmp_points.shp*“), bodové pole pouze pro analyzovanou oblast („*points.shp*“). Pro názornost je na obrázku hustota bodů menší než zvolený interval vzorkování.



Obr. 13. Postup tvorby bodového pole.
Zdroj: vlastní tvorba; data ISKN; data ZABAGED.

Jelikož v dalších postupech bude třeba jednoznačně identifikovat jednotlivé body, provede skript ke každému bodu přiřazení nového identifikátoru („*New_ID*“). Název atributu je nastaven jako proměnná a lze jej libovolně měnit ve skriptu „*setting.py*“. V prvním kroku skript přidá nový atribut funkcí *Add Field*, poté naplní hodnoty atributu pomocí funkce *Calculate Field* podle výrazu: „*!FID! + 1*“, tj. k automaticky vytvořenému unikátnímu identifikátoru s názvem FID se přičte hodnota 1 (FID začíná od 0). Na závěr provede skript promazání vytvořených vrstev, které již pro další analýzu nebudou potřebné. Ty byly pro tento účel nazývány s předponou „*tmp_*“. Výsledkem celého postupu je tedy bodová vrstva „*points.shp*“, jejíž body pokrývají rovnoměrně celou analyzovanou oblast a která bude vstupovat do následujících skriptů. V příloze 5 nalezneme část kódu, která jednotlivé popsané kroky vykonává.

4.4.2.2 Skript pro odečtení popisných informací z dat ISKN

Dále byly vytvořeny další dva skripty nazvané „*script_02_PreprocessISKN.py*“, „*script_02_PreprocessZABAGED.py*“, které odděleně vkládají ke každému bodu popisnou informaci o LU / LC z dat ISKN a ZABAGED. V této kapitole je představen první z nich určený pro předzpracování dat ISKN. Pro názornou ilustraci je část kódu s jednotlivými kroky vyobrazena v příloze 6.

Vstupní data:

- bodová vrstva „*points.shp*“ (výsledek skriptu „*script_01_AreaDefinition.py*“)
- data ISKN (soubor ve formátu shapefile) za vybrané území

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „*setting.py*“:

- „*attrib_iskn*“ - název atributu pro složený kód kategorie / podkategorie ISKN

Skript použije bodovou vrstvu jako vstup pro funkci *Spatial Join*, jejímž výsledkem je nová vrstva („*points_iskn.shp*“). Funkce byla nastavena tak, aby parametr *match option* odpovídal možnosti *Intersect*, tj. protnutí a parametr *join operation* možnosti *Join One To One*, tj. pro jeden bod, jedna hodnota. Tato možnost byla vybrána z důvodu, že se jedná o jednu polygonovou vrstvu, pokrývající celé analyzované území a polygony se nepřekrývají jako v případě dat ZABAGED. Tímto krokem získáme popisné informace z dat ISKN ke každému bodu vrstvy. Z převzatých popisných informací jsou pro nás důležité pouze dva atributy, a to *Druh pozemku* a *Způsob využití pozemku*. Jelikož bylo hledání korespondence v datech ISKN a ZABAGED založeno i na dílčím členění *Druhu pozemku*, tj. *Způsobu využití pozemku*, bylo přistoupeno ke spojení číselných kódů obou atributů. Do nově vytvořené vrstvy „*points_iskn.shp*“ je přidán nový atribut s názvem „*cat_iskn*“ (lze změnit v skriptu „*setting.py*“) pomocí funkce *Add Field* a následně jsou naplněny hodnoty tohoto atributu funkcí *Calculate Field* podle výrazu: „*[DruhPozemk]*100 + [ZpusobyVyu]*“. Hodnota atributu tedy představuje nový číselný kód pro kategorii, resp. podkategorii dat ISKN, vytvořený sečtením kódu *Druhu pozemku*, který je vynásoben hodnotou 100 a kódem *Způsobu využití pozemku*. Pro každou kombinaci kategorie - podkategorie tedy existuje unikátní složený kód (viz obr. 14), který je již zanesen v pravidlech pro korespondenci datových sad. Všechny složené kódy s názvem kategorie a podkategorie ISKN jsou pro přehlednost vypsány v příloze 3. Pro zjednodušení interpretace bude tento kód představovat kategorii ISKN. Výsledkem skriptu „*script_02_PreprocessISKN.py*“ je bodová vrstva „*points_iskn.shp*“ obsahující mimo jiné popisné informace pro každý bod kategorii ISKN, která odpovídá *Druhu pozemku* a *Způsobu využití pozemku* v daném bodě (viz obr. 14).

points_iskn						
	FID	Shape *	New ID	DruhPozemk	ZpusobyVyu	cat iskn
	3497	Point ZM	3498	5	0	500
	3498	Point ZM	3499	5	0	500
	3499	Point ZM	3500	7	0	700
	3500	Point ZM	3501	14	26	1426
	3501	Point ZM	3502	14	26	1426
	3502	Point ZM	3503	14	16	1416
	3503	Point ZM	3504	14	26	1426
	3504	Point ZM	3505	5	0	500
	3505	Point ZM	3506	7	0	700
	3506	Point ZM	3507	14	26	1426

Obr. 14. Část atributové tabulky vrstvy „points_iskn.shp“.

Zdroj: vlastní tvorba.

4.4.2.3 Skript pro odečtení popisných informací z dat ZABAGED

Předzpracování dat ZABAGED je poměrně složitější, než tomu bylo u dat ISKN. Důvodem je již zmíněná skutečnost, že jednomu bodu může odpovídat více objektů ZABAGED, a to v případě překrývajících se polygonů a v případě liniových objektů. Taktéž chceme pro všechny objekty ZABAGED připustit určitou míru tolerance v závislosti na jejich geometrické přesnosti, tím se možnosti překrytí objektů ještě více prohlubují. Bylo tedy hledáno řešení, které by umožňovalo integrovat všechny tyto alternativy překrytí do jednoho uceleného postupu. Výsledkem je skript „script_02_PreprocessZABAGED.py“, jehož kroky budou v následujícím textu popsány. Pro představu je opět podstatná část kódu s jednotlivými kroky zobrazena v příloze 7.

Vstupní data:

- bodová vrstva „points.shp“ (výsledek skriptu „script_01_AreaDefinition.py“)
- složka s daty ZABAGED (jednotlivé soubory ve formátu shapefile)

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „setting.py“:

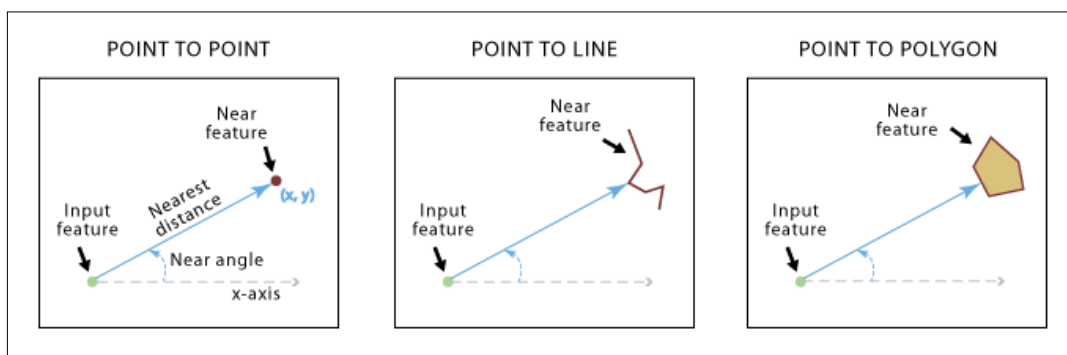
- „attrib_zbg“ - název atributu pro název objektu ZABAGED
- „selected_features“ – seznam objektů ZABAGED vstupujících do analýzy
- „rules_accuracy“ – pravidla určující maximální hodnotu střední polohové chyby pro jednotlivé objekty (textový formát)
- „rules_distance“ – pravidla určující maximální hodnotu střední polohové chyby pro jednotlivé objekty (číselný formát)
- „rules_width“ – pravidla pro odhad skutečné šířky liniových objektů ZABAGED

V rámci přípravy pro naplnění atributové tabulky bodové vrstvy informací o objektu ZABAGED, skript vytvoří nový atribut pomocí funkce *Add Field* nesoucí název „cat_zbg“

(název lze opět změnit ve skriptu „*setting.py*“). Jelikož byly pro analýzu vybrány pouze určité objekty, je zapotřebí, aby do následujících operací vstupovaly právě tyto objekty. To je zajištěno pomocí pravidla „*selected_features*“. V případě, že se název objektu nachází v pravidlech, provedou se pro tento objekt následující operace:

- vyhodnocení odpovídající maximální hodnoty střední polohové chyby objektu dle pravidel „*rules_accuracy*“
- aplikace funkce *Near*
- zápis názvu objektu jako hodnoty atributu „*cat_zbg*“ pomocí funkce *Calculate Field*
- odstranění záznamů, jež se ve vzdálenosti určené maximální hodnotou střední polohové chyby nevyskytují
- překopírování bodové vrstvy pod názvem objektu s předponou „*near_*“ pomocí funkce *Copy Features*

Nyní si popíšeme funkci *Near*. Jedním z volitelných parametrů této funkce je *search radius* neboli vzdálenost vyhledávání. Může být tedy zadána vzdálenost, do které je vyhledáván blízký objekt a která v našem případě zadána je a představuje právě maximální hodnotu střední polohové chyby pro konkrétní objekt ZABAGED. Pro ilustraci je uveden obrázek 15. Vstupními daty je bodová vrstva (*Input feature*) a jednotlivé vrstvy objektů ZABAGED (*Near feature*). Ve výsledku se do atributové tabulky standardně vygeneruje nový sloupec („*NEAR_DIST*“) a ke každému bodu je vypsána příslušná hodnota reprezentující vzdálenost k nejbližšímu prvku jedné vrstvy objektů ZABAGED. Pokud se bod protíná s prvkem dané vrstvy je zapsána hodnota 0, tj. vzdálenost 0 metrů, v případě, že se prvek v hledané vzdálenosti od bodu vůbec nevyskytuje, zapíše se hodnota -1. Jestliže je však prvek v hledané vzdálenosti od bodu a neprotíná se s bodem, je zapsána jeho vzdálenost k bodu vyjádřená v metrech.



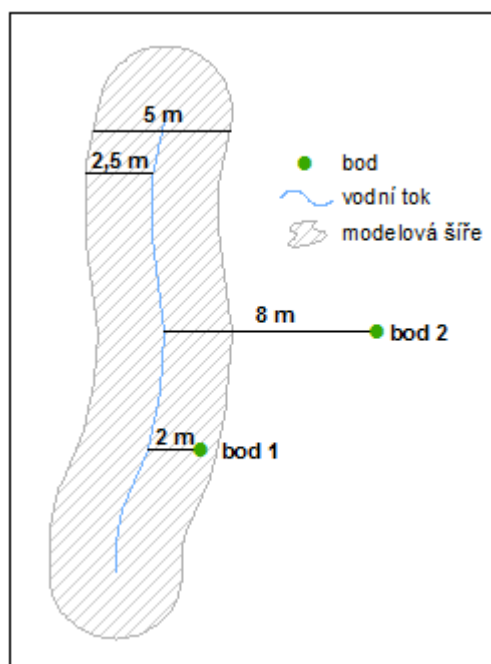
Obr. 15. Praktická ukázka funkce *Near*.
Zdroj: ESRI, 2015a.

Ve chvíli, kdy se celý postup provede pro všechny vybrané objekty, cyklus je u konce. Aby výsledná vrstva neobsahovala zbytečné množství záznamů, které by byly později stejné

vymazány, byla v tomto cyklu provedena také redukce záznamů. Pomocí funkce *Select Layer By Attribute* byly vybrány pouze ty záznamy, jejichž hodnota atributu „NEAR_DIST“ se nerovná -1 (tj. pouze prvky, nacházející se v určité vzdálenosti od bodu).

Výsledkem jsou pro všechny vybrané objekty bodové vrstvy, kde jsou zásadní atributy „New_ID“ (identifikátor bodu), „cat_zbg“ (název objektu ZABAGED) a „NEAR_DIST“ (vzdálenost prvku daného objektu od bodu). Jelikož chceme získat jeden soubor ve formátu shapefile, který by představoval výstup pro předzpracování dat ZABAGED, musíme jednotlivé bodové vrstvy spojit. To je zajištěno pomocí funkce *Merge*, která vytvoří ze vstupních vrstev výslednou bodovou vrstvu s názvem „points_zbg.shp“.

V dalším kroku skript provede upravení vzdáleností vypočtených funkcí *Near* v bodové vrstvě „points_zbg.shp“ tak, aby pro další analýzu bylo možné s hodnotami pracovat. Cyklus je zaměřen na záznamy patřící liniovým objektům. Skript prochází jednotlivé záznamy v bodové vrstvě, a pokud narazí na hodnotu, která není rovna 0, pokračuje v cyklu, ve kterém nahlíží do pravidel „rules_width“, a jestliže má záznam hodnotu atributu „cat_zbg“, která se v těchto pravidlech vyskytuje, jedná se o liniový objekt ZABAGED. K liniovým objektům je přistupováno jinak, nežli k objektům polygonovým. Pro názornou ilustraci uvedeme jako příklad objekt *Vodní tok*. Na obrázku 16 je znázorněn vodní tok s pomyslným bufferem, jehož vzdálenost od linie je udána v pravidlech „rules_width“. Stanovena byla pro tento objekt šíře 5 metrů, tedy vzdálenost 2,5 m na obě strany od vodního toku. Dále jsou vyobrazeny dva body, jeden je od vodního toku vzdálen 2 metry, druhý 8 metrů (tyto hodnoty byly vypočítány funkcí *Near*). Pokud je vzdálenost menší než jedna polovina odhadované šířky prvku v krajině – tak jak je to u bodu 1 ($2\text{ m} < 2,5\text{ m}$), vzdálenost se přepíše na hodnotu 0 (kategorie ZABAGED odpovídá tomuto bodu). Pokud je vzdálenost větší než jedna polovina určené šířky prvku v krajině – tak jak je to u bodu 2 ($8\text{ m} > 2,5\text{ m}$), vzdálenost se zmenší právě o jednu polovinu určené šířky prvku ($8\text{ m} - 2,5\text{ m} = 5,5\text{ m}$).



Obr. 16. Ukázka k vysvětlení přepočtu vzdálenosti pro liniové objekty ZABAGED.
Příklad vodního toku.
Zdroj: vlastní tvorba.

V závěru skriptu jsou z výchozího adresáře vymazány nově vzniklé vrstvy, které byly vytvořeny pro uložení vzdáleností a informace, o jaký objekt ZABAGED se při použití funkce *Near* jednalo, tj. všechny vrstvy s předponou „near_“. Výsledkem skriptu „script_02_PreprocessZABAGED.py“ je tedy bodová vrstva „points_zbg.shp“ obsahující mimo jiné pro každý bod jednu až několik kategorií (resp. objektů) ZABAGED spolu se vzdáleností dané kategorie od bodu v metrech (viz obrázek 17).

points_zbg					
	FID	Shape	New ID	cat zbg	NEAR_DIST
	999	Point	378	OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy	0
	0	Point	379	ArealUceloveZastavby	10,661093
	322	Point	379	Cesta	0,155798
	1000	Point	379	OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy	0
	1001	Point	380	OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy	0
	1002	Point	381	OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy	0
	4426	Point	381	VodniTok	11,060707
	1003	Point	382	OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy	0
	4231	Point	382	TrvalyTravniPorost	12,936682
	4427	Point	382	VodniTok	4,2204

Obr. 17. Část atributové tabulky vrstvy „points_zbg.shp“.
Zdroj: vlastní tvorba.

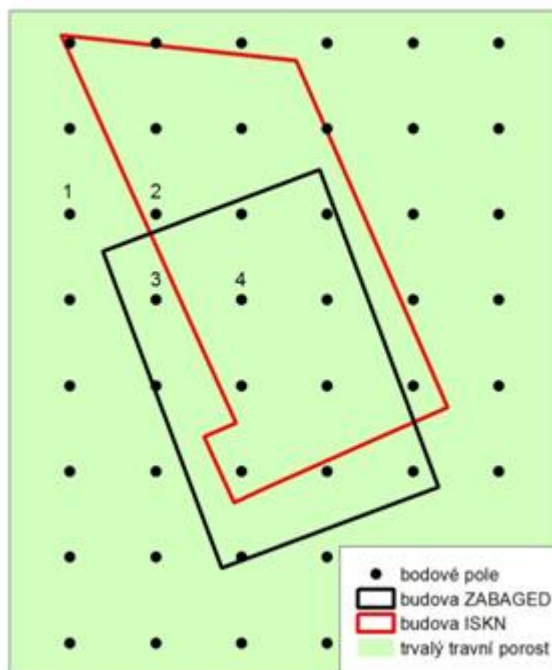
4.5 Metody komparace

Tato část práce pojednává již o samotných metodách, které se pro porovnávání datových sad ZABAGED a ISKN použily. Další podkapitoly jsou věnovány vždy jednomu ucelenému postupu komparace. Skripty pro jednotlivé metody jsou přiloženy na CD, části kódů se pro názornost vyskytují také v přílohách práce. Vstupními daty pro všechny metody jsou vždy dvě bodové vrstvy („*points_iskn.shp*“ a „*points_zbg.shp*“), jež byly vytvořeny ve skriptech určených pro předzpracování dat.

4.5.1 Metoda A s klasickým přístupem

Tato metoda principiálně vychází z klasické teorie množin – jednomu bodu odpovídá jedna kategorie z množiny kategorií ISKN a jedna kategorie (objekt) z množiny kategorií (objektů) ZABAGED. Situaci nám ovšem komplikují překrývající se objekty ZABAGED. K jednomu bodu tak může náležet více objektů ZABAGED, ale pouze v případě, že se v daném místě objekt opravdu nachází. V této metodě se tedy nebude zohledňovat geometrická přesnost dat ZABAGED. Z praktického hlediska to tedy znamená, že se analyzují pouze ty kategorie (objekty), jejichž vzdálenost od bodu je rovna 0 (tj. 0 metrům)

Metodu můžeme demonstrovat na obrázku 18, kde vidíme příklad rovnoměrně rozloženého bodového pole, budovy z databáze ISKN označené červeně (kategorie *zastavěná plocha a nádvoří*) a téže budovy z databáze ZABAGED označené černě (objekt *Budova jednotlivá nebo blok budov*). Okolo této budovy se rozprostírá trvalý travní porost (TTP) a to jak v databázi ISKN, tak i ZABAGED. Dále víme, že objekt *Budova jednotlivá nebo blok budov* v databázi ZABAGED překrývá ostatní objekty. Pro ukázkou byly vybrány čtyři konkrétní body označené čísly 1 – 4. Bod č. 1 se nachází na území TTP v obou datech, tudíž bude vyhodnocen jako shoda, bod č. 2 je v rámci databáze ZABAGED taktéž na území TTP, avšak v datech ISKN je to již budova. Tento bod tedy bude vyhodnocen jako neshodný. Bod č. 3 se dle dat ZABAGED nachází na území TTP, ale i budovy, zatímco v datech ISKN náleží tento bod TTP. Jelikož alespoň jeden objekt ZABAGED se shoduje s kategorií ISKN, nastane tedy také shoda. V případě čtvrtého bodu vyjde opět shoda, jelikož pro data ISKN vychází budova, pro data ZABAGED také budova (zároveň i TTP).



Obr. 18. Metoda A s klasickým přístupem na příkladu budovy a trvalého travního porostu.
Zdroj: vlastní tvorba.

Skript „*script_03_MethodA.py*“ implementuje metodu A s klasickým přístupem.

Vstupní data:

- bodová vrstva „*points_iskn.shp*“ (výsledek skriptu „*script_02_PreprocessISKN.py*“)
- bodová vrstva „*points_zbg.shp*“ (výsledek skriptu „*script_02_PreprocessZABAGED.py*“)

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „*setting.py*“:

- „*rules_correspondence*“ – pravidla pro hodnocení korespondence

V prvním kroku vytvoří skript slovník „*dictionaryI*“, do kterého jsou vepsány důležité atributy resp. jejich hodnoty, převzaté z atributové tabulky bodové vrstvy „*points_iskn.shp*“. Slovník je v následujícím formátu: *{bod: kategorie ISKN,...}*. Pro naplnění slovníku daty jsou tedy využity atributy „*New_ID*“ a „*cat_iskn*“. Podobný postup se aplikuje i pro vytvoření slovníku „*dictionaryZ*“ z bodové vrstvy „*points_zbg.shp*“ s tím rozdílem, že nebyl využit klasický datový typ slovník, nýbrž funkce *Autovivification* z programovacího jazyka Perl (Stackoverflow, 2015). Jedná se o tzv. vnořený slovník, jehož hodnota pro klíč je zároveň klíčem pro další hodnotu. Díky tomu můžeme ke každému bodu zaznamenat jak kategorii ZABAGED, tak její vzdálenost od bodu. Vnořený slovník tak bude ve formátu: *{bod: {kategorie ZABAGED: vzdálenost},...}* a k jeho naplnění se použijí atributy „*New_ID*“,

„cat_zbg“ a „NEAR_DIST“. Tvorba těchto slovníků je zachycena v příloze 8a. V dalších operacích se pro efektivní práci tedy bude výhradně manipulovat pouze s těmito slovníky, nikoliv již s bodovými vrstvami. V případě obrázku 18 by tyto slovníky vypadaly následovně:

- $dictionaryI = \{1: \text{trvalý travní porost}, 2: \text{budova}, 3: \text{trvalý travní porost}, 4: \text{budova}\}$
- $dictionaryZ = \{1: \{\text{trvalý travní porost}: 1\}, 2: \{\text{trvalý travní porost}: 1\}, 3: \{\text{trvalý travní porost}: 1, \text{budova}: 1\}, 4: \{\text{trvalý travní porost}: 1, \text{budova}: 1\}\}$

Dalším krokem, který skript provede, je vymazání takových kategorií ze slovníku „dictionaryZ“, jejichž vzdálenost od bodu se nerovná 0. Důvodem je již zmiňovaný přístup založený na klasické teorii množin. Porovnávat se tedy budou pouze kategorie ležící 0 metrů od bodu. Jak již bylo řečeno, jednomu bodu může náležet více objektů ZABAGED z důvodu jejich překrytí. Ve stejném cyklu se také přepíše každá vzdálenost rovnající se 0 metrům na hodnotu 1 (resp. všechny ponechané kategorie budou mít hodnotu 1), která bude označována jako „hodnota výskytu“. V dalším kroku následuje cyklus určený k editaci těchto hodnot. Skript prochází jednotlivé body a zjišťuje, zda bodu náleží více kategorií. Pro tyto body se dále uskuteční následující operace. Na základě pravidel „rules_correspondence“ se vyhodnotí, zda bodu odpovídá alespoň jedna správná kategorie (dle pravidel shodující se kategorie ZABAGED s kategorií ISKN), a v případě, že správná kategorie existuje, ostatní nesprávné jsou odstraněny. V situaci, kdy je více kategorií správně, je hodnota výskytu 1 rovnoměrně rozložena mezi tyto kategorie. Pokud se s daným bodem protínají dvě kategorie, jejich hodnota výskytu bude 0,5. Druhou možností je, že ani jedna kategorie nebude správná, poté se nesprávné kategorie ponechají a opět je jejich hodnota výskytu vypočítána následovně: $1 / \text{počet kategorií}$. Důvodem pro toto opatření je, aby měl každý bod pro účely hodnocení stejnou váhu. Pokud ve výsledku budou všechny kategorie ZABAGED patřící k jednomu bodu shodné s kategorií ISKN, výsledkem za celý bod bude shoda, tedy hodnota 1. Body, jež mají pouze jednu kategorii, zůstanou v každém případě nezměněné, ať se již jedná o správnou či nesprávnou kategorii v souladu s pravidly korespondence. Tato část kódu je zachycena v příloze 9.

Následuje cyklus pro sčítání výskytů všech možných kombinací kategorií ZABAGED a kategorií ISKN (viz příloha 8b). Předmětem součtu jsou pak právě hodnoty výskytu. Výsledky jsou ukládány do vnořeného slovníku „frequency“ ve formě: $\{\text{kategorie ISKN} : \{\text{kategorie ZABAGED} : \text{součet hodnot výskytu}\}, \dots\}$. Následují dvě předdefinované funkce („getStatisticsForZabagedCategories“, „getStatisticsForIsknCategories“), které z tohoto slovníku odděleně vypočítají souhrn pro kategorie ZABAGED a kategorie ISKN (viz příloha 8c). V cyklu těchto funkcí se podle pravidel „rules_correspondence“ vyhodnotí správné kombinace kategorií. Ve výsledném slovníku je pak pro každou kategorii uložena trojice záznamů, a to celkový počet bodů pro danou kategorii, dle pravidel korespondence shodně vyhodnocený počet bodů a neshodně vyhodnocený počet bodů. Pro kategorie ISKN tedy

dostáváme slovník „*statisticsIskn*“ ve formátu: $\{kategorie\ ISKN: [celkový\ počet, shodný\ počet, neshodný\ počet], \dots\}$, pro kategorie ZABAGED pak slovník „*statisticsZabaged*“ ve formátu: $\{kategorie\ ZABAGED: [celkový\ počet, shodný\ počet, neshodný\ počet], \dots\}$.

Pokud bychom dali tyto dva slovníky dohromady, získali bychom klasifikační chybovou matici. Jelikož máme celkem 73 kategorií ISKN (jednotlivé kombinace *Druhu pozemku* a *Způsobu využití pozemku*) a 41 kategorií ZABAGED (vybraných objektů pro analýzu), převedení slovníku na chybovou matici v její reálné tabulkové podobě by bylo obtížné ve smyslu rozsahu takovéto tabulky. Výsledky proto nejsou prezentovány tímto způsobem, nýbrž jako vnořený slovník. Pro představu, jak by takováto klasifikační chybová matice vypadala za předpokladu redukce počtu kategorií, byl vytvořen umělý příklad ve zjednodušeném podání (viz obr. 19).

KATEGORIE ISKN (výsledek klasifikace)	KATEGORIE ZABAGED (referenční data)						total
		Vodní plocha	Trvalý travní porost	Ostatní plocha v sídlech	Lesní půda se stromy	Ovocný sad, zahrada	
	vodní plocha	8	0	0	2	0	
	trvalý travní porost	0	68	0	1	2	
	ostatní plocha	2	0	50	5	3	
	lesní pozemek	2	0	0	35	1	
	ovocný sad	0	0	2	0	19	
	total	12	68	52	43	25	200

Obr. 19. Umělý příklad klasifikační chybové matice.

Zdroj: vlastní tvorba.

Data ZABAGED představují pro tuto práci data referenční, data ISKN pak výsledek klasifikace. Slovníky, které v práci prezentují chybovou matici, by pro tento případ vypadaly následovně:

- $statisticsZabaged = \{Vodní\ plocha: [12, 8, 2], Trvalý\ travní\ porost: [68, 68, 0], Ostatní\ plocha\ v\ sídlech: [52, 50, 2], Lesní\ půda\ se\ stromy: [43, 35, 8], Ovocný\ sad, zahrada: [25, 19, 6]\}$
- $statisticsIskn = \{vodní\ plocha: [10, 8, 2], trvalý\ travní\ porost: [71, 68, 3], ostatní\ plocha: [60, 50, 10], lesní\ pozemek: [38, 35, 3], ovocný\ sad: [21, 19, 2]\}$

Jak je ze slovníků a obrázku klasifikační chybové matice zřejmé, na diagonále se nachází počet správně zařazených prvků, v našem případě počet shodně vyhodnocených bodů. Řádek označený jako „*total*“ vyjadřuje očekávanou přesnost podle referenčních dat, tj. pokud by měl sloupec „*total*“ stejné hodnoty, výsledek klasifikace by byl bezchybný. V této práci by to znamenalo naprostou shodu obou datových sad.

Výsledek této metody porovnávání dat zachycují tedy dva jmenované slovníky. Abychom mohli vyjádřit výsledek míry shody v datech jedním číslem, byla vytvořena funkce („*getOverallAccuracy*“) pro výpočet celkové přesnosti (Overall Accuracy). Celková přesnost je dána jako podíl součtu správně zařazených pixelů, v našem případě počet shodně vyhodnocených bodů, k celkovému počtu bodů. Jelikož oba dva slovníky („*statisticsZabaged*“, „*statisticsIskn*“) obsahují celkový počet i shodně vyhodnocený počet bodů, není zásadní, který slovník se pro výpočet použije. Jedním číslem je tak charakterizována celková shoda dat, kterou můžeme vyjádřit v procentech (po vynásobení 100). Tato hodnota je primárním výsledkem pro hodnocení dvou datových sad, avšak nic nám neříká o míře shody u jednotlivých kategorií. Proto byly kromě funkce pro výpočet celkové přesnosti nadefinované také funkce („*getUsersAccuracy*“, „*getProducersAccuracy*“) pro výpočet uživatelské přesnosti (User's Accuracy) a zpracovatelské přesnosti (Producer's Accuracy). V případě této metody zpracovatelská přesnost udává, s jakou pravděpodobností byly body pro danou kategorii ZABAGED vyhodnoceny správně. Jelikož se vypočítá pro každou kategorii zvlášť jako podíl počtu shodně vyhodnocených bodů pro danou kategorii k celkovému počtu bodů dané kategorie ZABAGED, jedná se vlastně o míru shody pro danou kategorii ZABAGED, tj. v kolika procentech nastala pro tuto kategorii shoda. Výsledkem funkce „*getProducersAccuracy*“ je slovník obsahující pro každou kategorii ZABAGED její přesnost: {*kategorie ZABAGED: procentuální míra přesnosti,...*}. Posledním ukazatelem je uživatelská přesnost, jež udává, s jakou pravděpodobností patří shodně vyhodnocené body opravdu do dané kategorie. Vypočítá se pro každou kategorii zvlášť jako podíl počtu shodně vyhodnocených bodů dané kategorie k celkovému počtu bodů dané kategorie ISKN. Opět se v zásadě jedná o míru shody pro jednotlivé kategorie ISKN. Výsledek funkce „*getUsersAccuracy*“ je obdobný: slovník ve formátu: {*kategorie ISKN: procentuální míra přesnosti,...*}. Kód pro výpočet celkové přesnosti, uživatelských a zpracovatelských přesností je zobrazen v příloze 8d.

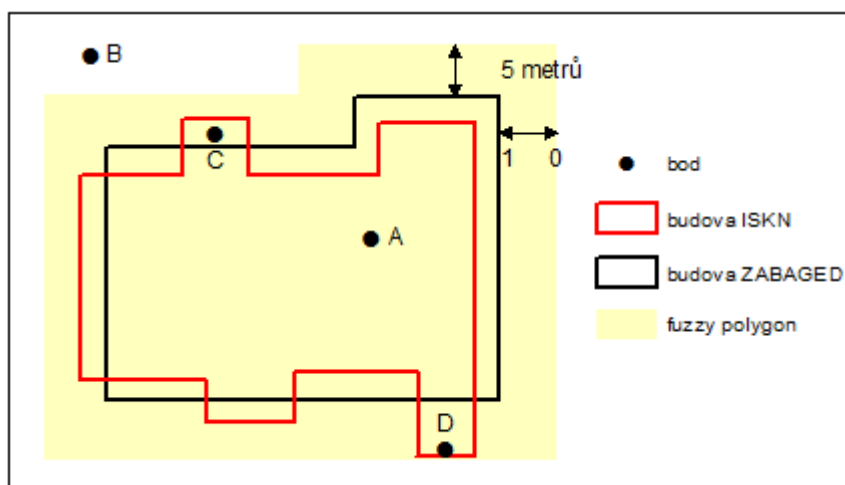
Posledním úkolem skriptu je vytvoření textového souboru „*result_methodA.txt*“, do kterého vypíše výsledky porovnání dat ZABAGED a ISKN touto metodou, tj. slovníky „*statisticsZabaged*“ a „*statisticsIskn*“ reprezentující klasifikační chybovou matici, dále celkovou přesnost komparace, jednotlivé uživatelské přesnosti pro kategorie ISKN a zpracovatelské přesnosti pro kategorie ZABAGED.

4.5.2 Metoda B s využitím fuzzy přístupu a lineární funkce příslušnosti

Zatímco předchozí metoda vycházela v zásadě z klasické teorie množin, tato metoda nahrazuje booleovu logiku fuzzy logikou. Aplikace fuzzy přístupu by měla vylepšit míru výsledné shody dat, resp. eliminovat chyby dané polohovou nepřesností dat ZABAGED. Obecně je fuzzy přístup věnován kapitola 2. 3. 2. Implementace fuzzy přístupu v této metodě znamená, že jednomu bodu může náležet více objektů ZABAGED s daným stupněm příslušnosti k objektu,

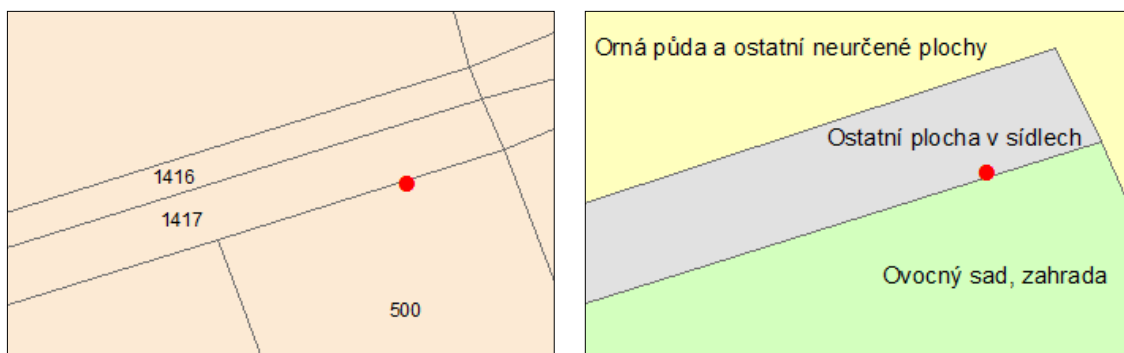
který je vypočítán na základě funkce příslušnosti. Jako typ funkce příslušnosti byla u této metody vybrána funkce lineární. Tento přístup nám dovoluje vzít v úvahu úroveň geometrické přesnosti dat ZABAGED.

Vysvětlení je na obrázku 20. Zde je znázorněna budova dle ISKN (červeně) a budova dle ZABAGED (černě). Jelikož víme, že objekt budovy ZABAGED (*Budova jednotlivá nebo blok budov*) odpovídá úrovni geometrické přesnosti B, je jeho střední polohová chyba do 5 metrů. Z polygonu budovy ZABAGED se stane tzv. fuzzy polygon, který je oproti původnímu polygonu zvětšen o 5 metrů. Na hranici polygonu budovy a uvnitř je stupeň příslušnosti roven jedné, na hranici fuzzy polygonu budovy a vně pak roven nule. Vybraná funkce příslušnosti pak nabývá hodnot mezi 1 a 0 dle vzdálenosti od objektu podle zásady čím blíže, tím vyšší stupeň příslušnosti. Pro ilustraci jsou zde uvedeny body A – D. Bod A odpovídá stupni příslušnosti 1, jelikož leží uvnitř polygonu budovy a 100% tedy odpovídá objektu budova v datech ZABAGED. Bod B naopak leží mimo objekt budovy a i mimo fuzzy polygon, tudíž jeho stupeň příslušnosti k objektu budova je 0 (0 %). Dále máme body C a D. Ty se nacházejí mimo objekt budovy v datech ZABAGED, avšak uvnitř fuzzy polygonu. Jejich stupeň příslušnosti je určen na základě funkce příslušnosti. Platí tedy, čím bližší je vzdálenost bodu od objektu, tím se stupeň příslušnosti zvyšuje (blíží k 1). Bodu C by tak byl přiřazen vyšší stupeň příslušnosti, nežli bodu D. Řekněme, že bod C je vzdálen 1 metr od hranice objektu budovy v datech ZABAGED, pak jeho stupeň příslušnosti na základě lineární funkce příslušnosti bude 0,8 a bod D 4,5 metru a jeho stupeň příslušnosti bude 0,1. Bod C tedy odpovídá objektu budova v datech ZABAGED na 80 %, bod D na 10 %. Oba tyto body se taktéž nacházejí v polygonu budovy v datech ISKN. V klasickém přístupu by byly body vyhodnoceny jako neshodné, v tomto přístupu (fuzzy) je tedy zajištěna alespoň x% shoda.



Obr. 20. Ukázka porovnání vzorků na základě fuzzy přístupu na příkladě budovy.
Zdroj: vlastní tvorba.

Od aplikace tohoto přístupu je očekáváno, že poskytne větší míru shody, nežli v přístupu klasickém, a to zejména v situaci, kdy se datové sady budou lišit pouze v geometrické složce dat. Mějme bod, který leží v polygonu jedné kategorie, ale v těsné blízkosti jiné kategorie ZABAGED. V datech ISKN by byla jako shodná kategorie vyhodnocena ona jiná kategorie. V klasickém přístupu by nastala neshoda, ve fuzzy přístupu bude této jiné kategorie připsán stupeň příslušnosti na základě vzdálenosti od bodu. Názornou ukázkou je obrázek 21. Vlevo máme data ISKN a bod označený červeně leží v rámci polygonu kategorie 500, tj. *ovocný sad - bez rozlišení*. Naproti tomu na obrázku vpravo jsou data ZABAGED a stejný bod, jenž náleží kategorii *Ostatní plocha v sídlech*. Klasický přístup vyhodnotí neshodu, fuzzy přístup v prvním kroku také vyhodnotí neshodu, v druhém kroku se ale podívá, jaké jiné kategorie jsou v dosahu určeném maximální hodnotou střední polohové chyby dané kategorie (objektu) ZABAGED a přiřadí kategorii *Ovocný sad, zahrada* stupeň příslušnosti odpovídající lineárnímu přepočtu vzdálenosti. Sice tedy nenastane 100% shoda, ale ani 0% shoda.



Obr. 21. Ukázka výhody využití fuzzy přístupu.
Zdroj: vlastní tvorba; data ISKN; data ZABAGED.

Pro tuto metodu byl vytvořen skript s názvem „*script_04_MethodB.py*“.

Vstupní data:

- bodová vrstva „*points_iskn.shp*“ (výsledek skriptu „*script_02_PreprocessISKN.py*“)
- bodová vrstva „*points_zbg.shp*“ (výsledek skriptu „*script_02_PreprocessZABAGED.py*“)

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „*setting.py*“:

- „*rules_correspondence*“ – pravidla pro hodnocení korespondence
- „*rules_distance*“ – pravidla určující maximální hodnotu střední polohové chyby pro jednotlivé objekty (číselný formát)

I v této metodě jsou v prvním kroku identickým způsobem vytvořeny slovníky „*dictionaryI*“ a „*dictionaryZ*“ s atributy bodových vrstev nezbytných ke komparaci dat (viz příloha 8a).

Již v části předzpracování dat byly za pomoci funkce *Near* vyhodnoceny pro každý bod všechny kategorie ZABAGED, které se nacházejí od bodu ve vzdálenosti určené jejich maximální hodnotou střední polohové chyby. Důležitou změnou je, že se pracuje i s těmito kategoriemi, které jsou v určité vzdálenosti od bodu, nikoliv pouze s kategoriemi, jež se s bodem protínají.

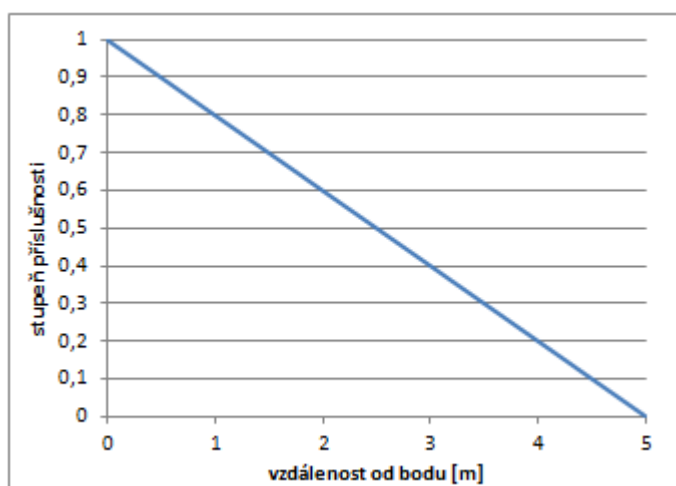
Následuje série cyklů, jejichž úkolem je vyhodnocení bodů, na které se využije fuzzy přístup. Hledají se body, jimž náleží větší množství kategorií. Příklady různých kombinací kategorií a výsledků ponechaných ve slovníku „*dictionaryZ*“ jsou v tabulce 19, kde zeleně vyznačené kategorie jsou dle pravidel „*rules_correspondence*“ správně (tj. shodují se s kategorií ISKN, která se v daném bodě nachází), červeně pak nesprávné kategorie. Pro označení protínajících se kategorií v bodě je v závorce za zkráceným výrazem názvu kategorie připsána hodnota 0 (0 metrů od bodu). Kombinací však může být více v závislosti na počtu kategorií, zde jsou popsány základní možnosti. Pokud se u daného bodu vyskytuje kategorie protínající se s bodem a zároveň je tato kategorie správně, nastala shoda a ostatní kategorie nás nezajímají (viz bod 1), a to ani v případě, pokud se jedná o kategorii, která je v určité vzdálenosti od bodu a také správně (viz bod 6). Je-li však více kategorií shodujících se a zároveň protínajících se s bodem, ponechají se všechny takové (případ bodu 3). Stejně tak jsou ponechány i kategorie nesprávné a zároveň protínající se s bodem (viz bod 5), výjimkou je, pokud se některá nesprávná kategorie neprotíná s bodem, pak je tato kategorie vyloučena (bod 4). V situaci, kdy bodu náleží kategorie nesprávná a v určité vzdálenosti se vyskytuje kategorie správná, jsou ponechány obě (bod 2). Dále může nastat stav, kdy k jednomu bodu náležejí minimálně tři kategorie, přičemž jedna se protíná s bodem, ale není na základě pravidel správně, druhá leží v blízkosti bodu a je v souladu s pravidly a třetí leží také v blízkosti bodu, ale dle pravidel korespondence správně není (bod 7). V takovém případě, se ponechají první dvě kategorie a třetí je vymazána. Takováto úprava slovníku by měla zajistit eliminaci těch kategorií, jež by negativně ovlivnily výsledek komparace a zároveň je vyřadit lze, a naopak upřednostnit ty kategorie, které vykazují shodu s daty ISKN. Tento sled cyklů editující slovník „*dictionaryZ*“ je zaznamenán v příloze 10.

BOD	KATEGORIE 1	KATEGORIE 2	KATEGORIE 3	VÝSLEDEK
1	Orná půda a os. (0)	Cesta		Orná půda a os.
2	Orná půda a os. (0)	Silnice, dálnice		Orná půda a os., Silnice, dálnice
3	Areál účelové z. (0)	Budova jedn. (0)		Areál účelové z., Budova jedn.
4	Lesní půda se st. (0)	Trvalý travní p.		Lesní půda se s.
5	Budova jedn. (0)	Areál účelové z. (0)		Budova jedn, Areál účelové z.
6	Budova jedn. (0)	Ovocný sad, z. (0)	Ostatní plocha v s.	Budova jedn.
7	Ostatní plocha v s. (0)	Ovocný sad, z.	Orná půda a os.	Ostatní plocha v s., Ovocný sad, z.

Tabulka 19. Příklady kombinací více kategorií náležících k jednomu bodu a pravidla jejich editace.

Zdroj: vlastní tvorba.

Po tomto kroku je již možné přepočítat vzdálenosti kategorií od bodu na stupně příslušnosti. Již bylo řečeno, že výchozí funkce příslušnosti v této metodě bude lineární. Na obrázku 22 je znázorněna funkce příslušnosti pro úroveň geometrické přesnosti A, tj. pro střední polohovou chybu do 5 metrů. Osa x znázorňuje vzdálenost kategorie ZABAGED od bodu v metrech, osa y pak reprezentuje odpovídající stupeň příslušnosti. Pokud se kategorie s bodem protíná, leží ve vzdálenosti 0 metrů od bodu, pak její stupeň příslušnosti je roven 1. S rostoucí vzdáleností kategorie od bodu se stupeň příslušnosti lineárně zmenšuje až do hraniční hodnoty vzdálenosti (maximální hodnota střední polohové chyby pro úroveň geometrické přesnosti A), v tomto případě do vzdálenosti 5 metrů od bodu, kde stupeň příslušnosti již odpovídá 0. Analogicky to bude i pro geometrickou přesnost 15 metrů a 30 metrů.



Obr. 22. Lineární funkce příslušnosti pro 5 metrů.

Zdroj: vlastní tvorba.

Výpočet stupňů příslušnosti lineární funkce je z praktického hlediska velmi jednoduchý. Vzdálenost je odečtena od maximální možné vzdálenosti od bodu (od maximální hodnoty střední polohové chyby pro daný objekt) a následně je výsledek vydělen opět maximální hodnotou střední polohové chyby pro daný objekt. Cyklus tedy prochází jednotlivé body a podle pravidel „rules_distance“ vyhodnocuje pro jeho každou kategorii odpovídající maximální hodnotu střední polohové chyby, kterou následně použije pro přepočet na stupeň příslušnosti. Pro názornost jsou uvedeny následující příklady takového přepočítání v tabulce 20.

KATEGORIE ZABAGED	GEOMETRICKÁ PŘESNOST	VZDÁLENOST Z FCE NEAR	VÝPOČET
Budova jednotlivá nebo blok budov	5 metrů	3 metry	$(5 - 3) / 5 = 0,4$
Ostatní plocha v sídlech	15 metrů	9 metrů	$(15 - 9) / 15 = 0,4$
Silnice ve výstavbě	30 metrů	18 metrů	$(30 - 18) / 30 = 0,4$

Tabulka 20. Příklady přepočtu vzdáleností na stupně příslušnosti lineární funkce.

Zdroj: vlastní tvorba.

Následně je každý stupeň příslušnosti vydělen ještě součtem všech stupňů příslušnosti kategorií odpovídajících jednomu bodu. Důvodem je, aby všechny body měly stejnou váhu, tedy hodnotu 1. Pokud by byl součet stupňů příslušnosti k jednomu bodu vyšší než jedna, výsledek by nebyl korektní a některé kategorie by byly tudíž nadhodnocovány. Názorně je tento přepočet zachycen v tabulce 21 na příkladech dvou bodů. Ve fuzzy okolí prvního bodu se vyskytují tři kategorie se stupni příslušnosti 1, 0,4 a 0,6. Součtem těchto hodnot se pro každou kategorii vydělí její stupeň příslušnosti. Výsledkem jsou přepočítané stupně příslušnosti, které pro všechny kategorie (v tomto případě pro kategorie 1, 2 a 3) dávají součet 1. Obdobně pak pro bod 2. Část kódu pro přepočet vzdáleností na stupně příslušnosti pro lineární funkci je zachycena v příloze 11.

BOD 1	KATEGORIE 1	KATEGORIE 2	KATEGORIE 3
Stupeň příslušnosti	1	0,4	0,6
Přepočítaný stupeň příslušnosti	$1 / (1 + 0,4 + 0,6)$ = 0,5	$0,4 / (1 + 0,4 + 0,6)$ = 0,2	$0,6 / (1 + 0,4 + 0,6)$ = 0,3
BOD 2	KATEGORIE 1	KATEGORIE 2	KATEGORIE 3
Stupeň příslušnosti	0,7	0,8	1
Přepočítaný stupeň příslušnosti	$0,7 / (0,7 + 0,8 + 1)$ = 0,28	$0,8 / (0,7 + 0,8 + 1)$ = 0,32	$1 / (0,7 + 0,8 + 1)$ = 0,4

Tabulka 21. Ukázka přepočtu stupňů příslušnosti.

Zdroj: vlastní tvorba.

Stejně jako v předchozí metodě se ve skriptu dostáváme k části, kdy se vypočítají četnosti všech možných kombinací (viz příloha 8b). Zatímco v metodě s klasickým přístupem, kde se sčítaly jednotlivé výskyty kombinací kategorií ISKN a ZABAGED, zde je výpočet četností založen na stupních příslušnosti kategorií ZABAGED získaných v předcházejících krocích. Do slovníku „frequency“ jsou tedy vypsány jednotlivé kombinace, které se dle výsledků analýzy vyskytují, a na místo hodnoty vyjadřující počet těchto kombinací, se sčítají stupně příslušnosti. Dále je skript shodný jako v metodě A (více viz kapitola 4. 5. 1). Nejprve se vyhodnotí statistiky dle pravidel korespondence („rules_correspondence“) odděleně pro výsledky dat ZABAGED a ISKN (viz příloha 8c), dostáváme slovníky „statisticsZabaged“ a „statisticsIskn“. Tyto slovníky představují chybovou matici, ze kterých se následně vypočítá celková přesnost, uživatelská pro kategorie ISKN a zpracovatelská přesnost pro objekty ZABAGED (viz příloha 8d). Tyto statistiky (slovníky „statisticsZabaged“, „statisticsIskn“ a jednotlivé přesnosti) jsou opět na konci skriptu vypsány do textového souboru „result_methodB.txt“.

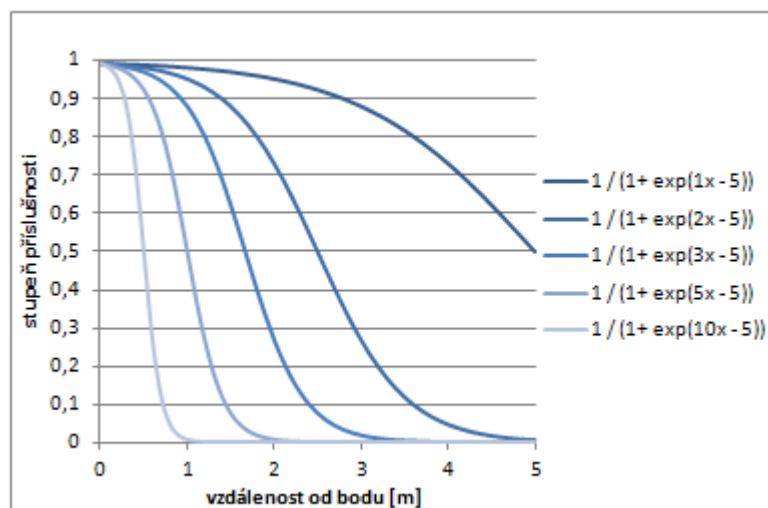
4.5.3 Metoda C s využitím fuzzy přístupu a funkcí příslušnosti typu sigmoida

Tato metoda je variantou metody předešlé. Vychází ze stejného přístupu a stejných postupů s jedinou výjimkou. Místo lineární funkce příslušnosti je jako typ funkce zvolena sigmoida.

Tento speciální případ logistické funkce je velmi často používán v GIS aplikacích (Ghosh, 2012). Funkce je definována výrazem (Wolfram MathWorld, 2015):

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Jelikož chceme tuto funkci použít pro konkrétní vzdálenost, přidáme do vzorce koeficient d , který se přičte k parametru x a který bude vyjadřovat maximální hodnotu střední polohové chyby dat ZABAGED pro daný objekt ZABAGED. Vzniknou tak funkce pro vzdálenost 5 metrů, 15 metrů a 30 metrů (úroveň geometrické přesnosti B, C a D). Vzhled grafu funkce můžeme taktéž ovlivnit využitím dalšího koeficientu (a) jako násobku x . Na obrázku 23 je znázorněn průběh funkce s koeficientem $d = 5$ pro $a = 1, 2, 3, 5$ a 10 .



Obr. 23. Funkce typu sigmoida.

Pro $d = 5$, $a = 1, 2, 3, 5$ a 10 .

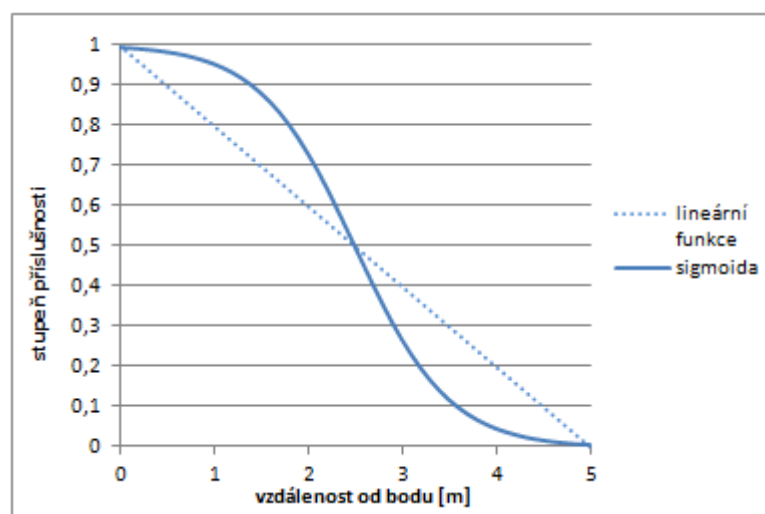
Zdroj: vlastní tvorba.

Smyslem využití této funkce ve fuzzy přístupu je přiřazení většího stupně příslušnosti objektům ZABAGED nacházejícím se v blízké vzdálenosti od bodu než je stupeň příslušnosti u funkce lineární. Naopak ve vzdálenosti na okraji fuzzy bodu (blízko 5 resp. 15 a 30 metrů) bude stupeň příslušnosti nižší než u lineární funkce (viz obr. 24). Pro tento účel se tedy nejlépe hodí, aby koeficient a nabýval hodnoty 2 (viz obr. 23). Upravený vzorec v této metodě tedy bude ve tvaru:

$$y = \frac{1}{1 + e^{2x-d}}$$

Na obrázku 24 je porovnání funkce příslušnosti typu lineární funkce a sigmoida pro vzdálenost 5 metrů. Je patrné, že se funkce shodují pouze ve třech bodech, a to ve vzdálenosti 0 metrů,

2,5 metrů a 5 metrů. Pro ostatní vzdálenosti se stupně příslušnosti liší. Prakticky to však není zcela přesné, pro typ funkce sigmoida a vzdálenosti 0 metrů nevychází stupeň příslušnosti 1, ale přibližně 0,99331. To samé platí i o druhé hraniční hodnotě, tj. vzdálenosti 5 metrů, kde stupeň příslušnosti se nerovná 0, ale cca 0,00669. Z důvodu, že opět požadujeme, aby objektu, který leží ve vzdálenosti 0 metrů od bodu, odpovídala hodnota 1, nebude výpočet stupňů příslušnosti na tyto objekty aplikován. Objekty ležící ve vzdálenosti 5 metrů a více se do výpočtů také nezahrnují – ty již byly vyřazeny v průběhu předzpracování dat ZABAGED (tj. v rámci skriptu „script_02_PreprocessZABAGED.py“).



Obr. 24. Porovnání funkce příslušnosti typu lineární funkce a sigmoida.
Zdroj: vlastní tvorba.

Skript „script_05_MethodC.py“ vychází ze skriptu „script_04_MethodB.py“.

Vstupní data:

- bodová vrstva „points_iskn.shp“ (výsledek skriptu „script_02_PreprocessISKN.py“)
- bodová vrstva „points_zbg.shp“ (výsledek skriptu „script_02_PreprocessZABAGED.py“)

Parametry, které lze upravovat ve skriptu „setting.py“:

- „rules_correspondence“ – pravidla pro hodnocení korespondence
- „rules_distance“ – pravidla určující maximální hodnotu střední polohové chyby pro jednotlivé objekty (číselný formát)

Z bodových vrstev „points_iskn.shp“ a „points_zbg.sp“ se opět vytvoří slovníky „dictionaryI“ a „dictionaryZ“ určené pro manipulaci s daty (viz příloha 8a). Oba skripty jsou téměř identické s rozdílem jednoho cyklu týkajícího se přepočtu vzdáleností jednotlivých kategorií (objektů) od daných bodů na stupně příslušnosti (viz příloha 10). Zde jsou nejprve

vzdálenosti 0 metrů přepsány na hodnotu 1 a pro kategorie mající nenulové vzdálenosti je vypočítán stupeň příslušnosti podle vzorce uvedeného výše, kde koeficient d je nahrazen příslušnou maximální hodnotou střední polohové chyby podle pravidel „rules_distance“ (viz příloha 12). Dále již opět skript pokračuje jako v předešlých metodách (viz kapitoly 4. 5. 1 a 4. 5. 2). Výsledky chybové matice ve formě slovníků *statisticsZabaged*“, „*statisticsIskn*“ a výsledky vypočtených přesností (celková přesnost, uživatelské přesnosti, zpracovatelské přesnosti) jsou vypsaný do textového souboru „result_methodC.txt“.

4.6 Shrnutí

Předkládaná metodika je založena na porovnávání popisné části dat vystihující land use / land cover. Samotná komparace se provádí pomocí vzorků bodové povahy rovnoměrně pokrývajících analyzované území, jež nesou právě tuto informaci. Na základě metadat byla navržena korespondence mezi kategoriemi LU / LC v datových sadách. Celkem byly navrženy tři metody, jejichž cílem je porovnat vzorky a vyhodnotit míru shody vstupních dat ISKN a ZABAGED. Pomocí programovacího jazyka Python byl návrh komparace zautomatizován a vzniklo tak 6 skriptů. Posloupnost těchto skriptů včetně vstupních a výstupních dat je vyobrazena ve zjednodušené formě schématu v příloze 16.

Ve skriptu „setting.py“ jsou definována pravidla a parametry pro porovnávání databází. V tomto skriptu je tedy možné provádět změny. Dále jsou tři skripty, jejichž úkolem je předzpracovat data na takovou úroveň, aby se dala porovnávat. Nejprve je nutné spustit skript s názvem „script_01_AreaDefinition.py“, jehož úkolem je vytvoření bodové vrstvy ve formátu shapefile tak, aby body pokrývaly pouze překrývající se oblast vstupních dat ISKN a ZABAGED. Tato vrstva pak vstupuje do dalších dvou skriptů („script_02_PreprocessISKN.py“, „script_02_PreprocessZABAGED.py“), jež vyhodnotí za každý bod popisnou informaci o land use / land cover odděleně pro data ISKN a ZABAGED. Vznikají tak dvě bodové vrstvy, jedna pro data ISKN, druhá pro data ZABAGED. Postup pro vyhodnocení popisných údajů z dat ZABAGED byl navržen odlišně, aby bylo možné v metodách hodnocení rozdílu a kvantifikace shody / neshody využít také fuzzy přístup umožňující vzít v potaz geometrickou přesnost dat ZABAGED. Úkolem posledních tří skriptů („script_03_MethodA.py“, „script_04_MethodB.py“, „script_05_MethodC.py“) je vzorky porovnat a vyhodnotit výsledky komparace. Metody se liší svým přístupem k hodnocení, co za shodu považováno je a co nikoliv. Kvantifikace shody / neshody je pak stejná a je vypočítána pomocí klasifikační chybové matice a reprezentována v podobě celkové přesnosti a dále přesností pro jednotlivé kategorie LU / LC. Tyto skripty jsou na sobě nezávislé a záleží tedy pouze na uživateli, kterou, respektive které, z metod použije.

5 Testování navržené metodiky

Abychom mohli otestovat veškeré postupy, jež byly navrženy, je třeba mít k dispozici data, na kterých bude testování aplikováno. Díky možnosti bezplatného poskytnutí dat ISKN dostupných prostřednictvím RÚIAN přes aplikaci VDP bylo možné získat velké množství testovacích dat. Pomocí již zmíněného nástroje VFR Tool lze data konvertovat na polygonové vrstvy formátu shapefile. Data ZABAGED byla zapůjčena Zeměměřickým úřadem (ZÚ) pro účely zpracování diplomové práce. Na podkladě literatury (Bičík, Chromý, 2006; Bičík, Kupková, Štych, 2012) týkající se výzkumu změn využití ploch v České republice byla vybrána území, na kterých bylo provedeno testování. Modelová území, jež jsou v pracích publikována, jsou charakteristická svým osobitým vývojem v čase, ať už se jedná o pohraniční oblasti, které měnily svou podobu v souvislosti s druhou světovou válkou anebo v minulosti významné těžební oblasti či o oblasti v zázemí velkých měst, jež v procesu suburbanizace měnily svůj charakter (Bičík, 2004). Výběr testovacích území tedy primárně vycházel z literatury odborníků věnující se problematice změn land use s omezující podmínkou dostupnosti DKM na vybraném území.

5.1 Testování navržené korespondence

Teoreticky na základě metadat a ve výjimečných případech také šetřením nad samotnými daty, bylo navrženo řešení korespondence mezi kategoriemi ISKN a objekty ZABAGED. V praxi by se však mohly vyskytnout chyby ovlivněné nesprávným výkladem definic, případně používáním kategorií ne zcela v souladu s definicí, a tudíž ovlivněné nesprávnou korespondencí. Abychom co nejlépe korespondenci dat navrhli a předešli tak hrubým chybám, které by ovlivnily pozdější statistiky, bylo přistoupeno k ověření předkládané korespondence nad větším množstvím reálných dat.

Využito bylo vytvořených skriptů. Na předzpracovaná data byla aplikována metoda A s klasickým přístupem. K testování se pak využil slovník „*frequency*“, který zachycuje jednotlivé možné kombinace kategorií ISKN a objektů ZABAGED s četnostmi jejich výskytů. Pro 9 315 861 bodů v celkově 23 obcích pak byly četnosti jednotlivých kombinací sečteny a pro každou vyskytující se kombinaci *Druhu pozemku* a *Způsobu využití pozemku* (kategorie ISKN) mohly být vyhodnoceny nejčastěji se vyskytující objekty ZABAGED. Toto testování slouží převážně k ověření sporných situací, kdy nebylo dle definic zcela zřejmé, jaký objekt ZABAGED k dané kategorii ISKN přiřadit. Jelikož jsou k dispozici výsledky i pro dle metadat zcela jasné přiřazení, byly pro jistotu testovány i tyto kategorie. Výsledky tohoto testování jsou pak pro větší přehlednost rozděleny do několika tabulek – tabulka 22, 23, 24, 25 a 26. Ke každé analyzované kategorii ISKN jsou připsány objekty ZABAGED, které k ní byly přiřazeny na

základě hodnocení korespondence včetně procentuálního vyjádření shody pro testované body. Červeně jsou pak označeny objekty určitým způsobem s kategorií spjaté, jež teoreticky (na základě definic) by přiřazeny být neměly, ale jejich zastoupení shody v procentech pro testované body nabývá takovou hodnotu, které by se měla věnovat pozornost.

Pokud budeme postupovat popořadě dle složených kódů kategorií ISKN (*Druh pozemku* * 100 + *Způsob využití pozemku*), první analyzovanou kategorií je *orná půda bez rozlišení* s kódem 200. Zde 84,6 % bodů odpovídá objektu ZABAGED *Orná půda a ostatní nespecifikované plochy*, zbylá procenta bodů pak přísluší objektům jako *Trvalý travní porost*, *Lesní půda se stromy*, *Ovocný sad*, *zahrada* a podobně. Je jasné, že tyto objekty jsou zanesené do statistiky neshodou v datech a korespondence je navržena správně. Téměř stejné výsledky pak vykazují kategorie označené kódem 400, 500, 600 a 700 a není třeba je tedy dále zkoumat. Pro kategorie s kódem 501 a 502 bylo analyzováno malé množství bodů, celkově pouhých 28 bodů. Jelikož však pro jiný *Druh pozemku* se tento *Způsob využití pozemku* (tj. *skleník*, *pařeniště* a *školka*) v testovacích datech nenachází, muselo být vycházeno i z těchto statistik. Všechny body však odpovídaly navrženým objektům pro korespondenci. Pro kategorii *zahrada – skleník*, *pařeniště* navržené objekty *Areál účelové zástavby* a *Kůlna, skleník, fóliovník*, pro kategorii *zahrada – školka* pak objekt *Areál účelové zástavby* (viz tabulka 22). Můžeme tedy tvrdit, že korespondence pro tyto podkategorie ISKN byla navržena správně.

KATEGORIE ISKN	OBJEKTY ZABAGED NAVRŽENÉ PRO KORESPONDENCI
200 (orná půda – bez rozlišení)	Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy: 84,6 %
400 (vinice – bez rozlišení)	Vinice: 85,5 %
500 (zahrada – bez rozlišení)	Ovocný sad, zahrada: 76 %
501 (zahrada – skleník, pařeniště)	Areál účelové zástavby: 67,5% Kůlna, skleník, fóliovník: 32,5 %
502 (zahrada – školka)	Areál účelové zástavby: 100 %
600 (ovocný sad – bez rozlišení)	Ovocný sad, zahrada: 81,5 %
700 (trvalý travní porost – bez rozlišení)	Trvalý travní porost: 71,7 %

Tabulka 22. Výsledky testování korespondence – první část.
Pro kategorie ISKN s kódem: 200, 400, 500, 501, 502, 600 a 700.
Zdroj: vlastní tvorba.

Následuje analýza pro jednotlivé *Způsoby využití pozemku* pro kategorii *lesní pozemek*. Podkategorii *bez rozlišení* nemusíme jako v případě některých předešlých podkategorií řešit. Definice jasně odpovídá přiřazeným objektům ZABAGED a dokazuje to i procentuálně vyjádřená shoda v tabulce 23. Podkategorie *les jiný než hospodářský* vykazuje 97,8% shodu s objektem *Lesní půda se stromy*, není proto nutné se touto podkategorií dále zabývat. Stejně tak podkategorie *lesní pozemek, na kterém je budova* vykazuje 81,3% shodu s navrženými objekty. Následuje kategorie s kódem 1017 (*lesní pozemek – ostatní komunikace*). Pro korespondenci

byly navrženy tři liniové objekty – *Cesta*, *Pěšina* a *Silnice neevidovaná* tvořící dohromady dle testu korespondence shodu pouze 51,4 % zatímco objekt *Lesní půda se stromy* shodu 47,1 %. Tento výsledek může být zapříčiněn třemi skutečnostmi. Zaprvé v datech ZABAGED není v těchto místech žádná taková komunikace, což je méně pravděpodobné, za druhé je šíře komunikace v datech ISKN oproti skutečnosti zvětšená, anebo stanovený odhad skutečné šíře komunikace pro objekt ZABAGED je menší než by měl být. Více se problému modelové šíře zabývá následující kapitola testování. I přesto však můžeme tvrdit, že objekty navržené pro korespondenci, resp. objekt *Cesta*, je navržen správně.

KATEGORIE ISKN	OBJEKTY ZABAGED NAVRŽENÉ PRO KORESPONDENCI
1000 (lesní pozemek – bez rozlišení)	Lesní půda se stromy: 92,6 % Lesní půda s kosodřevinou: 1,1 % Lesní půda s křovinatým porostem: 0,7 %
1004 (lesní pozemek – les jiný než hospodářský)	Lesní půda se stromy: 97,8 % Lesní půda s kosodřevinou: 0 % Lesní půda s křovinatým porostem: 0,7 %
1005 (lesní pozemek – lesní pozemek, na kterém je budova)	Budova jednotlivá nebo blok budov: 18,8 % Lesní půda se stromy: 62,5 % Lesní půda s kosodřevinou: 0 % Lesní půda s křovinatým porostem: 0 %
1017 (lesní pozemek – ostatní komunikace)	Cesta: 51,4 % Pěšina: 0 % Silnice neevidovaná: 0 % Lesní půda se stromy: 47,1 %

Tabulka 23. Výsledky testování korespondence – druhá část.
Pro kategorie ISKN s kódem: 1000, 1004, 1005 a 1017.
Zdroj: vlastní tvorba.

Dále jsou analyzovány podkategorie *Druhu pozemku vodní plocha*. O kategoriích s kódy 1106, 1109 a 1110 není třeba diskutovat - objekt, jenž je k nim přiřazen, je zcela jednoznačný jak podle metadat, tak podle výsledků shody (viz tabulka 24). Pro kategorie s kódem 1107 a 1108 jsou výsledky shody opět závislé na stanoveném odhadu skutečné šíře objektu *Vodní tok*, nikoliv na špatně přiřazených objektech. Pozornost však musí být věnována kategorii s kódem 1111 (*vodní plocha – zamokřená plocha*). Zcela jasné přiřazení objektu *Bažina, močál* na základě definic vykazuje pouze 6,7% shodu. Zajímavé je, že objekt *Vodní plocha* vykazuje shodu větší, 9,4 %. Je patrné, že korespondence sice byla navržena správně, ale obě datové sady se v názoru, kde se zamokřená půda nachází či nenachází, rozcházejí. Otázkou je, zda tuto kategorii, která není z hlediska sledování změn land use / land cover tak podstatná, nevynechat z hodnotících statistik komparace databází.

KATEGORIE ISKN	OBJEKTY ZABAGED NAVRŽENÉ PRO KORESPONDENCI
1106 (vodní plocha – rybník)	Vodní plocha: 78,7 %
1107 (vodní plocha – koryto vodního toku přirozené nebo upravené)	Vodní plocha: 60,5 % Vodní tok: 12,8 %
1108 (vodní plocha – koryto vodního toku umělé)	Vodní plocha: 8,7 % Vodní tok: 32 %
1109 (vodní plocha – vodní nádrž přírodní)	Vodní plocha: 72,6 %
1110 (vodní plocha – vodní nádrž umělá)	Vodní plocha: 99,7 %
1111 (vodní plocha – zamokřená plocha)	Bažina, močál: 6,7% Vodní plocha 9,4 %

Tabulka 24. Výsledky testování korespondence – třetí část.
Pro kategorie ISKN s kódem: 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1111.
Zdroj: vlastní tvorba.

Následuje testování *Druhu pozemku zastavěná plocha a nádvoří* (viz tabulka 25). Objekty přiřazené k podkategorii *bez rozlišení* zaujímají celkově 71,7% shodu, zbylá procenta pak náleží objektům, jež nemají nic společného s jakoukoliv zástavbou. Dle testovacích území je korespondence navržena správně. To se ovšem nedá říci o následující kategorii ISKN s kódem 1312 (*zastavěná plocha a nádvoří – společný dvůr*). Tato kategorie byla již sporná na základě její definice a nebylo zcela zřejmé, který objekt či objekty ZABAGED k ní přiřadit. Po namátkovém ověření na podkladě katastrální mapy a dat ZABAGED byl pro korespondenci navržen objekt *Ostatní plocha v sídlech*. Podle testování navržené korespondence však tento objekt vykazuje pouze 15,8% shodu, zatímco například objekt *Areál účelové zástavby* téměř 50% shodu. Ostatní objekty mající určitý procentuální podíl na shodě s touto kategorií se neváží k zástavbě. V navržené korespondenci tedy nastává po testování první změna, a to přidání objektu *Areál účelové zástavby* pro kategorii s kódem 1312. Další problematickou kategorií je *zastavěná plocha a nádvoří – zbořeniště* (1313), kde navržené kategorie mají shodu pouze 4,5 %. Zbylé procentní zastoupení shody tvoří objekt *Ostatní plocha v sídlech* (7,3 %) a dále opět objekty, jež se zástavbou nesouvisejí (např. *Trvalý travní porost*, *Lesní půda se stromy*, *Lesní půda s kosodřevinou* atd.). V tomto případě (jako u kategorie s kódem 1111) je otázkou, zda kategorii ze statistik hodnocení komparace databází nevynechat.

KATEGORIE ISKN	OBJEKTY ZABAGED NAVRŽENÉ PRO KORESPONDENCI
1300 (zastavěná plocha a nádvoří – bez rozlišení)	Areál účelové zástavby: 15,8 % Budova jednotlivá nebo blok budov: 45,3 % Elektrárna: 0,1 % Hradba, val, bašta, opevnění: 0 % Kůlna, skleník, fóliovník: 0,4 % Ostatní plocha v sídlech: 15, 2 % Přečerpávací stanice produktovodu: 0 % Rozvodna, transformovna: 0 % Usazovací nádrž, odkaliště: 0,1 %
1312 (zastavěná plocha a nádvoří – společný dvůr)	Ostatní plocha v sídlech: 15,8 % Areál účelové zástavby: 49,2 %
1313 (zastavěná plocha a nádvoří – zbořeníště)	Areál účelové zástavby: 1,9 % Hradba, val, bašta, opevnění: 0 % Rozvalina, zřícenina: 2,6 %

Tabulka 25. Výsledky testování korespondence – čtvrtá část.

Pro kategorie ISKN s kódem: 1300, 1312 a 1313.

Zdroj: vlastní tvorba.

Poslední, avšak nejobsáhlejší kategorií ISKN z hlediska možností *Způsobu využití pozemku*, je *ostatní plocha*. Navržené objekty pro podkategorii *dráha* (1414), jejichž přiřazení na základě metadat je zřejmé, dávají celkem pouze 36,1% shodu v testovacích bodech. Důvodem bude zřejmě opět problematický odhad skutečné šíře těchto prvků v krajině. To samé platí i v případě kategorií 1415, 1416 a 1417. Na podkladě výsledků testování bylo rozhodnuto, že ke kategorii 1416, tj. *ostatní plocha – silnice* bude pro korespondenci přidán ještě objekt *Silnice neevidovaná*, který činil 0,7% procentní shodu a dle jeho definice by kategorii odpovídat mohl. Kategorie s kódy 1418, 1419, 1420 a 1425 mají dle jejich definic celkem jednoznačné přiřazení, přesto však navržené objekty pro korespondenci nedosahují ani 50% shody. Objekty zaujímající zbylá procenta dle definic přiřadit ke kategoriím nelze. Opět se nabízí možnost, zda tyto kategorie nehodnotit benevolentněji, například je nezahrnout do statistiky hodnotící komparaci databází. Kategorie *ostatní plocha – jiná plocha* (1426) zcela přesné přiřazení objektů na základě metadat nemá. Bylo k ní přiřazeno hned několik objektů, které by mohly kategorii vystihovat. Shoda však činí pouhých 25 % a ani objekty tvořící zbylou shodu podle definice kategorie neodpovídají. Tato kategorie by se tedy mohla také hodnotit benevolentněji. Naproti tomu stojí *Způsoby využití pozemku*, jejichž shoda vychází uspokojivě. Jimi jsou *hřbitov*, *urnový háj* s 82,6% shodou a kulturní a osvětová plocha s 76,5% shodou. Se shodou více jak 50 % vychází také přiřazení objektů *Areál účelové zástavby* a *Ostatní plocha v sídlech* k podkategorii *manipulační plocha*. K posledním dvěma podkategoriím (*dobývací prostor* a *neplodná půda*) byly na základě testování přidány další objekty pro lepší výsledky korespondence. Toto rozhodování proběhlo opět ruku v ruce s definicemi *Způsobu využití pozemku* i objektů ZABAGED. Objekty přiřazené k podkategorii *dobývací prostor* se rozšíří o objekty *Skládka* (skládka z vytěžených materiálů) a *Halda, odval* (nahromadění materiálu vyvezeného z dolu)

pro všechny nabývající *Druhy pozemku*. I přes toto opatření však objekty celkově nedosahují shody 50 %. K podkategorii neplodná půda pak přibude objekt *Ostatní plocha v sídlech*, jemuž vyšla 70,4% shoda (viz tabulka 26).

KATEGORIE ISKN	OBJEKTY ZABAGED NAVRŽENÉ PRO KORESPONDENCI
1414 (ostatní plocha – dráha)	Areál železniční stanice, zastávky: 1,6 % Kolejiště: 27 % Lanová dráha, lyžařský vlek: 0 % Tramvajová dráha: 0 % Železniční trať: 6,3 % Železniční vlečka: 1,2 %
1415 (ostatní plocha – dálnice)	Silnice, dálnice: 33,3 % Silnice ve výstavbě: 0 %
1416 (ostatní plocha – silnice)	Silnice, dálnice: 55 % Silnice ve výstavbě: 0 % Silnice neevidovaná: 0,7 %
1417 (ostatní plocha – ostatní komunikace)	Cesta: 12,2 % Ostatní plocha v sídlech: 22,6 % Pěšina: 0,1 % Silnice neevidovaná: 1,8 % Ulice: 3,9 %
1418 (ostatní plocha – ostatní dopravní plocha)	Areál účelové zástavby: 0,7 % Letiště: 36,9 % Obvod letištní dráhy: 0 % Parkoviště, odpočívka: 8 %
1419 (ostatní plocha – zeleň)	Okrasná zahrada, park: 39,4 %
1420 (ostatní plocha – sportoviště a rekreační plocha)	Areál účelové zástavby: 39,1 %
1421 (ostatní plocha – hřbitov, urnový háj)	Hřbitov: 82,6 %
1422 (ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha)	Areál účelové zástavby: 76,5 %
1423 (ostatní plocha – manipulační plocha)	Areál účelové zástavby: 42,9 % Ostatní plocha v sídlech: 12 %
1424 (ostatní plocha – dobývací prostor)	Areál účelové zástavby: 6 % Povrchová těžba, lom: 16,6 % Halda, odval: 15,7 % Skládka: 2,2 %
1425 (ostatní plocha – skládka)	Halda, odval: 0 % Skládka: 31,2 %
1426 (ostatní plocha – jiná plocha)	Areál účelové zástavby: 10,1 % Halda, odval: 0,7 % Orná půda a ostatní nespecifikované plochy: 8,6 % Ostatní plocha v sídlech: 5,6 % Usazovací nádrž, odkaliště: 0 %
1427 (ostatní plocha – neplodná půda)	Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy: 1,4 % Ostatní plocha v sídlech: 70,4 %

Tabulka 26. Výsledky testování korespondence – pátá část.

Pro kategorie ISKN s kódem: 1414 – 1427.

Zdroj: vlastní tvorba.

Pokud bychom testování korespondence shrnuli, kromě několika výjimek byla korespondence mezi kategoriemi / podkategoriemi ISKN a objekty ZABAGED navržena správně. Těmi výjimkami jsou podkategorie 12, 16, 24 a 27. Pravidla korespondence byla tudíž na základě tohoto testování upravena a přidány byly náležící objekty, které jsou v příloze 2 vyznačeny červeně. Změny jsou následující:

- 12 (*společný dvůr*) – *Areál účelové zástavby*
- 16 (*silnice*) – *Silnice neevidovaná*
- 24 (*dobývací prostor*) – *Skládka, Halda, odval*
- 27 (*neplodná půda*) – *Ostatní plocha v sídlech*

Některé kategorie nedosahující s navrženými objekty ani 50% shody, byly doporučeny na shovívavější hodnocení při výsledné komparaci databází. Byla tedy do skriptů pro jednotlivé metody porovnání přidána možnost nezahrnovat následující podkategorie do statistiky: 11 (*zamokřená plocha*), 13 (*zbořeniště*), 18 (*ostatní dopravní plocha*), 19 (*zeleň*), 20 (*sportoviště a rekreační plocha*), 24 (*dobývací prostor*), 25 (*skládka*) a 26 (*jiná plocha*). Volba kategorií se může měnit s ohledem na zvolené území ve skriptu „*setting.py*“ v seznamu nazvaném „*list_benevolence*“.

Ačkoliv by se na první pohled mohlo zdát, že některé objekty jsou k podkategoriím přiřazeny zbytečně, neboť jejich shoda činila 0 %, nemusí tomu tak být vždy. Ne všechny objekty se totiž vyskytovaly na testovacích územích. Pozorný čtenář si také jistě všiml, že ne všechny kategorie resp. podkategorie ISKN byly testovány. Důvod je opět jednoduchý, tyto kategorie se v rámci testovacích území nevyskytovaly.

5.2 Testování odhadu skutečné šířky liniových objektů

Předešlá kapitola testování již nastínila, že neshoda v datech ISKN a ZABAGED může být zapříčiněna špatným odhadem skutečné šíře liniových objektů ZABAGED. Úkolem testování je tedy zjistit, jak moc se výsledky komparace liší vzhledem k nadefinovaným pravidlům modelové šířky („*rules_width*“). Pro testování bylo využito modelové území obce Zápy. Pro interval vzorkování po 10 metrech byly porovnávány výsledky celkové přesnosti (overall accuracy) komparace databází při zvýšení modelové šířky 2 krát a 3 krát oproti nadefinované šířce. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 27. Největší zpřesnění při zvolení větší modelové šířky se projevilo v metodě A, a to nejprve o téměř 0,6 % a poté ještě o 0,2 %. V metodě B a C vyšly výsledky podobně, nejprve zpřesnění o 0,3 % a poté ještě o 0,1 %. Z výsledků je patrné, že nastavení vhodné modelové šíře je pro komparaci taktéž důležité, ale nikoliv zásadní. Z tohoto testování plyne doporučení, že pro kvalitní komparaci je vhodné nastavit modelovou šíři pro konkrétní objekty specificky pro zvolené území.

MODELOVÁ ŠÍŘE	METODA A	METODA B	METODA C
definovaná	87,68	88,91	88,85
2x větší než definovaná	88,28	89,22	89,16
3x větší než definovaná	88,50	89,32	89,26

Tabulka 27. Celková přesnost pro zvyšující se modelovou šířku.

Celková přesnost je uvedena v procentech.

Zdroj: vlastní tvorba.

5.3 Testování intervalu vzorkování

Dále bylo nutné otestovat, jaká hustota bodů je vzhledem k časové a výkonnostní náročnosti skriptů, k velikostnímu omezení souboru formátu shapefile a k výsledkům metod optimální. Testování opět proběhlo s využitím dat pro obec Zápy, která svou rozlohou 876 ha (ČSÚ, 2014) patří spíše k menším obcím. Na data byly spuštěny jednotlivé skripty pro interval vzorkování („*sampling_interval*“) 20, 10 a 5 metrů. Pro ilustraci uvedených intervalů vzorkování nad reálnými daty ISKN je uveden obrázek 25.



Obr. 25. Ukázka intervalu vzorkování nad daty ISKN.

Vlevo: interval vzorkování po 5 metrech, uprostřed: po 10 metrech, vpravo: po 20 metrech.

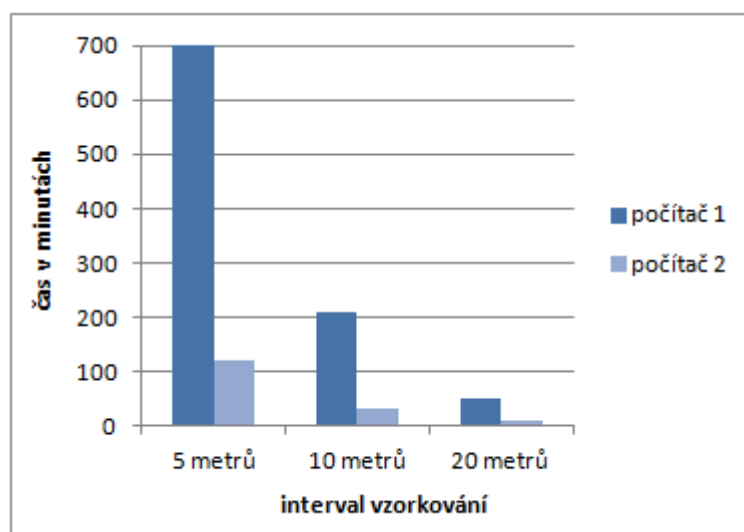
Zdroj: vlastní tvorba; data ISKN.

Nejprve se testovalo časové hledisko, tj. za jak dlouho proběhnou skripty pro daný interval. Aby byly výsledky objektivnější, byl tento proces aplikován na dvou počítačích s rozdílným výkonem, jejichž parametry jsou uvedeny v tabulce 28.

PARAMETRY	POČÍTAČ 1	POČÍTAČ 2
Verze systému Windows	Windows Vista Home Premium	Windows 7 Enterprise
Procesor	Intel (R) Pentium (R) Dual CPU T3200 (2.00 GHz, 2.00 GHz)	Intel (R) Core (TM) i5-4460 CPU T3200 (3.20 GHz, 3.20 GHz)
Paměť (RAM)	3,00 GB	8,00 GB
Typ systému	32 bitový operační systém	64 bitový operační systém

Tabulka 28. Parametry testovacích PC.*Zdroj: systémové informace.*

Jak bylo očekáváno, výkonnější počítač (počítač 2) zpracoval skripty daleko rychleji, průměrně až 6,5krát rychleji nežli počítač 1. Časově nejnáročnější vyšel skript na předzpracování dat ZABAGED z důvodu zpracování objemného množství dat a náročnějších geoprocessingových operací. Tento skript tvoří v průměru 88 % z celkového času zpracování. Na obrázku 26 jsou zachyceny sloupcové grafy zobrazující celkovou časovou náročnost skriptů v minutách pro interval vzorkování 5, 10 a 20 metrů za oba testovací počítače. Při intervalu vzorkování po 20 metrech se časová náročnost pohybuje pro výkonnější počítač v řádu 10 minut, pro interval vzorkování po 10 metrech se čas zečtyřnásobí, pro interval vzorkování po 5 metrech je pak časová náročnost 15 krát vyšší a výpočet skriptů již trvá okolo dvou hodin. Na paměti však musíme mít, že se jedná svou rozlohou o spíše menší území. Pokud bychom tedy aplikovaly vytvořené skripty na území několikanásobně větší, výpočet pro interval vzorkování po pěti metrech by již trval v řádu několika hodin. Z praktického časového hlediska je tedy doporučeno využití intervalu vzorkování spíše po deseti metrech, pokud bychom chtěli rychlejší výsledek na úkor menšího počtu porovnávaných vzorků, pak interval vzorkování po dvaceti metrech.

**Obr. 26.** Graf časové náročnosti skriptů za testovací počítače.*Zdroj: vlastní tvorba.*

Soubor formátu shapefile je, co se týče geometrie, limitován velikostí 2GB, což odpovídá přibližně 70 miliónům bodových záznamů (ESRI, 2015b). V prvním skriptu „*script_01_AreaDefinition.py*“ se vytváří bodová vrstva, mající za úkol pokrývat celé území rovnoměrně body o daném rozestupu. Stejný počet záznamů jako je počet bodů pak má i výsledek předzpracování dat ISKN. Ve skriptu „*script_02_PreprocessZABAGED.py*“ se ještě počet záznamů v souboru mnohem zvětší v závislosti na počtu objektů ZABAGED, jež se na daném území vyskytují, resp. do analýzy vstupují, a na jejich počtu prvků, pro které platí, že je funkce *Near* vyhodnotí jako vyskytující se v určité vzdálenosti od bodu. Bodová vrstva pro data ZABAGED tudíž obsahuje více záznamů nežli bodová vrstva pro data ISKN a s jistotou nelze říci, kolik záznamů by mohla vrstva teoreticky obsahovat pro území dané rozlohy. Pro ilustraci, jak by se mohl počet záznamů zvětšovat při intervalu bodů po 5, 10 a 20-ti metrech, je uvedena tabulka 29. Při intervalu vzorkování po 10 metrech se počet záznamů přibližně 4 krát zvětší oproti počtu záznamů při intervalu vzorkování po 20 metrech. Při intervalu vzorkování po 5 metrech se počet záznamů navýší opět čtyřnásobně. Počty záznamů jsou platné pro území obce Zápy s již zmíněnou rozlohou 876 ha. S trochou nadsázky pak můžeme usoudit, že pro obec s největší rozlohou a pro interval vzorkování 5 metrů nebude překročen limit velikosti souboru shapefile. Pokud by však byl zvolen interval nižší nežli 5 metrů, toto riziko pro velké obce již existuje.

INTERVAL BODŮ	POČET ZÁZNAMŮ PRO ISKN	POČET ZÁZNAMŮ PRO ZABAGED
po 5 metrech	350 448	448 305
po 10 metrech	87 625	112 132
po 20 metrech	21 885	28 040

Tabulka 29. Ukázka zvětšujícího se počtu bodů pro jednotlivé intervaly vzorkování.

Zdroj: systémové informace.

Posledním hlediskem, avšak stejně důležitým, je skutečnost, jak se mění kvantifikace shody / neshody v závislosti na zvyšujícím se intervalu vzorkování. Porovnáme tedy výsledky celkové přesnosti všech tří metod pro jednotlivé zkoumané intervaly vzorkování. Z výsledků pro obec Zápy zanesených v tabulce 30 je patrné, že celková přesnost není příliš závislá na intervalu vzorkování, nemůžeme ani tvrdit, že čím více je analyzovaných bodů, tím nastává menší shoda v porovnávání dat. Výsledek se tudíž odvíjí od polohy jednotlivých bodů v závislosti na typu land use / land cover v obou databázích.

INTERVAL BODŮ	METODA A	METODA B	METODA C
po 5 metrech	87,76	88,95	88,89
po 10 metrech	87,68	88,91	88,85
po 20 metrech	87,87	89,10	89,03

Tabulka 30. Celková přesnost pro jednotlivé intervaly bodů.

Celková přesnost je uvedena v procentech.

Zdroj: vlastní tvorba.

Nyní je patřičné učinit závěr z tohoto testování. Pro nejlepší porovnání dat bez ohledu na vyhodnocení komparace je vhodné použít co nejmenší interval vzorkování. To však vzhledem k aplikaci metodiky na obce s rozdílnou rozlohou a k časové náročnosti procesů nebylo pro účely této práce možné. Byl proto zvolen kompromis a interval bodů pro další testování byl stanoven na 10 metrů. Tato kapitola testování však sloužila nejenom ke stanovení limitu pro tuto práci, ale také jako doporučení k navržené metodice.

5.4 Testování navržených metod a hodnocení výsledků

Abychom mohli vyslovit stanovisko k navržené metodice, je potřeba celý postup komparace aplikovat na větší množství reálných dat. Stejně jako v případě testování korespondence bylo pro hodnocení výsledků využito 23 obcí. Tyto obce, resp. katastrální území těchto obcí, slouží jako modelová území ve výzkumech sledování land use. Příčinou pro rozhodnutí srovnávat data právě za obce (nikoliv za katastrální území jako je to u modelových území), je skutečnost, že data ISKN dostupná prostřednictvím RÚIAN lze stahovat mimo jiné za jednotlivé obce, nikoliv za katastrální území. Vybrané obce se od sebe liší jak svou rozlohou, tak uspořádáním krajinných prvků. Všechna opatření, jak v rámci testování, tak v konceptu navrhování metod, měla vést k tomu, aby výsledky byly co nejobjektivnější.

Na vybrané obce byly aplikovány všechny vytvořené skripty. Výsledkem jsou textové soubory obsahující informace o provedené komparaci. Z nich můžeme vyčíst chybovou matici ve formě dvou slovníků a výsledky chybové matice v podobě celkové přesnosti, uživatelských a zpracovatelských přesností. V tabulce 31 jsou nejprve porovnány výsledky celkové přesnosti metod A, B a C za jednotlivé obce. Celková přesnost (overall accuracy) nám udává míru shody obou databází, tedy nakolik se databáze za porovnávané území liší. Tato míra shody je vyjádřena v procentech. Pokud tedy výsledná hodnota tohoto ukazatele vychází 80 %, znamená to, že na 80 % se databáze shodují. Jak bylo očekáváno, nejmenší míry shody bylo dosaženo při použití metody A, která za shodu považuje pouze případ, kdy se kategorie ISKN protíná s objektem ZABAGED, jenž byl pro ni navrhnut jako korespondující. Naopak největší míru shody zaznamenává metoda B, která oproti metodě A zohledňuje geometrickou přesnost dat ZABAGED použitím fuzzy přístupu. Zjednodušeně řečeno, dívá se i po „okolních“ objektech ZABAGED, které by se s danou kategorií mohly shodovat. V závěsu za touto metodou je pak

metoda C, která je jí velice podobná, avšak místo lineární funkce příslušnosti používá jako typ funkce příslušnosti sigmoidu. Ta se liší tím, že upřednostňuje objekty ZABAGED vyskytující se blíže a naopak menší shodu připisuje objektům vyskytujícím se ve větší vzdálenosti. V průměru se odchylka celkové přesnosti mezi metodou A a B pohybuje okolo 2 %, mezi metodou B a C pak okolo 0,08 %. Průměrná celková přesnost spočítaná za všechny analyzované obce metodou A je 80,35 %, metodou B 82,35 % a metodou C 82,26 %. Můžeme tedy říci, že podle navržené metodiky se zhruba 18 % popisných informací vztahujících se k vyjádření LU / LC v databázi ISKN liší od skutečnosti, kterou v této práci představuje databáze ZABAGED. Na základě těchto výsledků lze tvrdit, že problém nesouladu mezi právním stavem zachyceným v ISKN a skutečností opravdu existuje.

OBEČ	METODA A	METODA B	METODA C
Abertamy	69,21	71,19	71,08
Čestlice	81,43	83,12	82,98
Dublovice	78,80	80,95	80,87
Frýdlant	84,07	85,29	85,20
Chotilsko	84,69	86,35	86,28
Jáchymov	87,83	88,96	88,89
Jindřichův Hradec	81,01	83,25	83,16
Kobylí	83,45	84,94	84,93
Kolín	74,97	77,63	77,51
Krňany	67,14	69,03	68,91
Křečhoř	91,28	92,21	92,16
Lochovice	84,41	86,41	86,36
Nejdek	83,50	85,45	85,35
Příbram	71,63	74,55	74,39
Ralsko	80,80	81,84	81,76
Rokytnice nad Jizerou	85,13	86,83	86,74
Rudná	81,14	83,23	83,14
Sedlčany	83,47	85,58	85,50
Staré město pod Landštejnem	86,19	87,28	87,22
Starý Hrozenkov	69,28	70,83	70,73
Šluknov	83,47	85,32	85,25
Velké Pavlovice	66,13	73,53	73,49
Zápy	89,05	90,26	90,21

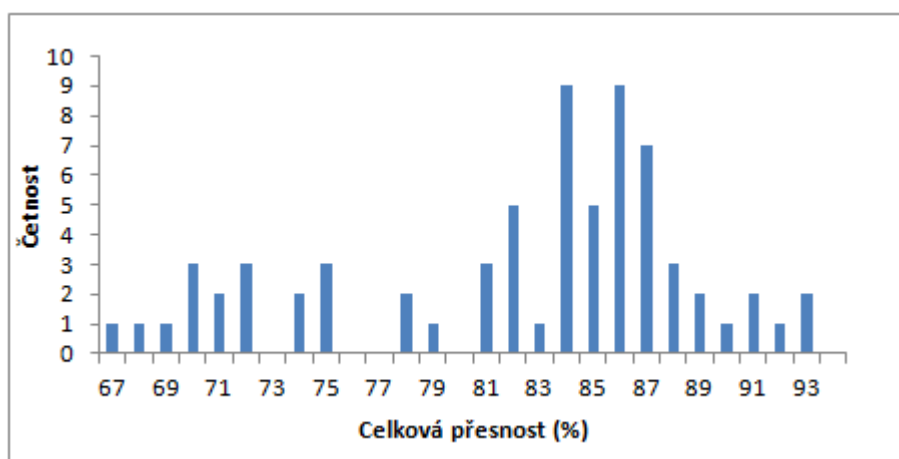
Tabulka 31. Celková přesnost jednotlivých metod pro analyzované obce.

Celková přesnost je uvedena v procentech.

Zdroj: vlastní tvorba.

Zajímavější, než prostý výčet hodnot celkových přesností, je znázornění jejich četností pomocí sloupcového grafu. Byl proto sestaven histogram, který nám podává rychlou vizuální informaci o rozdělení jejich četností (viz obr. 27). Celkové přesnosti byly zařazeny do intervalů po 1 %

od minimální míry shody, jež vyšla z testování (cca 66 %), po maximální možnou míru shody, tj. cca 93 %. Vodorovná osa tedy reprezentuje tyto intervaly, zatímco svislá osa jejich četnost. Výška sloupců vyjadřuje četnost sledované veličiny v daném intervalu. Z obrázku je patrné, že nejvyšších četností dosahují intervaly s mírou shody 84 – 85 % a 86 – 87 %. Celkově jsou pak nejčastější hodnoty shody pozorovány v rozmezí 84 až 88 %. Ačkoliv se nejedná o normální rozdělení, určitý trend lze z grafu pozorovat. Přesto, že testování proběhlo „pouze“ na datech za 23 obcí a nejedná se tudíž o příliš reprezentativní vzorek, jsou výsledky reprezentované histogramem zajímavé a na první pohled si můžeme vytvořit představu o výsledcích celkové přesnosti za analyzovaná data.



Obr. 27. Histogram četností celkových přesností.

Zdroj: vlastní tvorba.

Nejvyšší míru shody při komparaci dat ISKN a ZABAGED podle metody B dosáhla obec Křečhoř, a sice 92,21 %, zatímco nejnižší obec Krňany (69,03 %). Podíváme se tedy na obec s nejvyšší dosaženou shodou z hlediska výsledků podrobněji. V příloze 13, 14 a 15 jsou pro ilustraci přiloženy textové soubory z metod A, B a C. Kromě již zmiňované celkové přesnosti z nich můžeme dále vyčíst uživatelské (user's accuracy) a zpracovatelské přesnosti (producer's accuracy) vypočtené z chybové matice, jež je zastoupena dvěma slovníky odděleně pro data ISKN a ZABAGED, které jsou taktéž obsahem textových souborů. Tyto přesnosti nám v zásadě udávají vycházející míru shody pro jednotlivé kategorie ISKN a pro jednotlivé objekty ZABAGED.

Zpracovatelská přesnost hodnotí míru shody objektů ZABAGED s kategoriemi ISKN. Udává tedy, kolik procent bodů zastupujících daný objekt ZABAGED vykazovalo shodu na základě pravidel korespondence s body zastupující kategorie ISKN. Vezměme například objekt *Vodní plocha*. Ze slovníku zastupující chybovou matici můžeme vyčíst pro tento objekt v metodě A

následující: 'VodníPlocha': ['51.00', '46.00', '5.00']. Znamená to, že celkem 51 bodů zastupovalo objekt *Vodní plocha*, z toho 46 bodů bylo vyhodnoceno jako shodných s daty ISKN a 5 bodů jako neshodných. Zpracovatelská přesnost pak formuluje tyto statistiky do jednoho čísla udávajícího procentuální míru shody. V tomto případě vychází zpracovatelská přesnost 90,2 % ($= (46 / 54) * 100$). V případě metod B a C (fuzzy přístupu) by se nemuselo jednat o zastoupení celkově 51 bodů, neboť v těchto metodách může jednomu bodu náležet více objektů ZABAGED a hodnota 1, která náleží každému bodu, je rozdělena mezi tyto objekty v závislosti na stupni příslušnosti objektů. Zároveň i v metodě A může být hodnota 1 rozdělena pro více objektů, ale pouze v případě, že se objekty v místě bodu překrývají.

Přestože v práci nejde o hodnocení databáze ZABAGED, jsou tyto informace důležité z hlediska posouzení navržené korespondence mezi daty. Můžeme tedy zjistit, které objekty dosáhly nulové shody a podle toho případně upravit korespondenci. Na základě výsledků zpracovatelské přesnosti také můžeme měnit parametry komparace. Příkladem může být objekt *Cesta*. Pokud zpracovatelská přesnost bude dosahovat nízké míry shody, můžeme upravit odhad skutečné šíře tohoto objektu v nastavení komparace. Takové úpravy sice zásadně neovlivní výslednou míru shody, ale můžeme se pokusit alespoň o nějaké zpřesnění.

Jelikož cílem navržené metodiky je posoudit stav databáze ISKN z pohledu přesnosti informací o land use / land cover, důležitější roli hraje přesnost uživatelská. Ta se týká právě kategorií ISKN. Na podkladě výsledků můžeme soudit, které kategorie se s daty ZABAGED více či méně shodují, resp. jaký typ LU / LC je za dané území v databázi ISKN v nesouladu se skutečností a tento nesoulad kvantifikovat. Uživatelská přesnost se opět vypočte z chybové matice. Výpočet bude ukázán na příkladu kategorie s kódem 1313, tj. *zastavěná plocha a nádvoří – zbořeniště*. Pro tuto kategorii máme ve slovníku pro metodu A vypsáno následující: '1313': ['34.00', '26.00', '8.00']. Znamená to, že celkem 34 bodů zastupovalo tuto kategorii v datech ISKN, z toho 26 bodů bylo vyhodnoceno na základě pravidel korespondence jako shodných s daty ZABAGED a 8 bodů jako neshodných. Uživatelská přesnost pak vyjadřuje tyto statistiky jedním číslem udávajícím procentuální míru shody. V tomto případě vychází uživatelská přesnost 76,47 % ($= (26 / 34) * 100$). Opět jako v případě zpracovatelské přesnosti nemusí počet shodných a neshodných záznamů odpovídat počtu celých bodů (viz výše).

V tabulce 32 jsou uživatelské přesnosti vypsány za metody A, B a C pro obec Křečhoř. Porovnáme-li výsledky za jednotlivé metody, opět můžeme shledat, že nejmenších uživatelských přesností dosahuje metoda A z již popsaných důvodů. Zajímavější ovšem je, že ne vždy vychází metoda B za uživatelské přesnosti nejlépe, tj. s nejvyšší mírou shody. Na příkladu kategorie s kódem 1107 (*vodní plocha – koryto vodního toku přirozené nebo upravené*) lze tuto skutečnost zdůvodnit. Z výsledků je patrné, že metoda C přiřadila větší stupeň příslušnosti (pravděpodobnost shody) určitému objektu *Vodní tok* nežli metoda B, a to z důvodu, že se objekt nacházel velmi blízko od analyzovaného bodu. Metoda C přidává

objektům v blízké vzdálenosti od bodu větší stupeň příslušnosti než metoda B, jelikož využívá charakteristický typ funkce příslušnosti - sigmoidu.

Dále si v tabulce 32 můžeme všimnout, že některé kategorie vykazují stejnou míru shody v případě všech metod. Jedná se o extrémy, tj. 0% a 100% shodu. Pokud vychází míra shody nulová, znamená to, že objekty, které s těmito kategoriemi korespondují, se nenacházejí ani v určité vzdálenosti. Můžeme konstatovat, že v těchto případech se data ISKN a ZABAGED opravdu liší. Ačkoliv by vyšla míra shody pro metodu A nulová, neznámá to však, že analogicky vyjde i pro metodu B a C. Pokud míra shody vychází 100 % již v metodě A, bude mít tuto míru shody i metoda B a C.

KATEGORIE ISKN	METODA A	METODA B	METODA C
200 (orná půda- bez rozlišení)	96,29	96,69	96,66
500 (zahrada – bez rozlišení)	47,16	50,77	50,56
600 (ovocný sad – bez rozlišení)	63,08	65,31	65,03
700 (trvalý travní porost – bez rozlišení)	4,92	5,11	5,01
1000 (lesní pozemek – bez rozlišení)	100,00	100,00	100,00
1107 (vodní plocha – koryto vodního toku přirozené nebo upravené)	4,07	6,96	7,25
1110 (vodní plocha – vodní nádrž umělá)	44,90	54,37	54,41
1300 (zastavěná plocha a nádvoří – bez rozlišení)	69,47	79,78	79,26
1312 (zastavěná plocha – společný dvůr)	14,29	36,48	36,50
1313 (zastavěná plocha – zbořeniště)	76,47	77,82	77,94
1416 (ostatní plocha – silnice)	48,79	49,75	49,78
1417 (ostatní plocha – ostatní komunikace)	54,09	72,30	72,68
1419 (ostatní plocha – zeleň)	0,00	0,00	0,00
1420 (ostatní plocha – sportoviště a rekreační plocha)	73,17	77,25	76,76
1421 (ostatní plocha – hřbitov, urnový háj)	85,71	88,15	88,24
1423 (ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha)	56,72	60,24	59,79
1424 (ostatní plocha – dobývací prostor)	0,00	0,00	0,00
1426 (ostatní plocha – jiná plocha)	72,14	77,20	77,10
1427 (ostatní plocha – neplodná půda)	30,09	40,86	38,18

Tabulka 32. Uživatelské přesnosti pro jednotlivé kategorie ISKN za obec Křečhoř.

Uživatelské přesnosti jsou uvedeny v procentech.

Zdroj: vlastní tvorba.

Pokud porovnáme výsledky uživatelské přesnosti se samotnými daty, můžeme zhodnotit navržené metody z hlediska jejich vypovídající hodnoty. Zkoumány tedy byly kategorie, jejichž míra shody vychází na nízké úrovni, abychom se přesvědčili, zda se data opravdu takto liší. V případě kategorií s kódy 1419 a 1424 se v místě jejich výskytu informace o LU / LC v porovnání s daty ZABAGED opravdu rozcházejí. Také pro kategorii s kódem 1107 byl zjištěn

důvod nízké míry shody. V několika místech je v datech ISKN vodní tok, který ovšem v datech ZABAGED neexistuje. To samé platí i pro kategorii *trvalý travní porost - bez rozlišení*. Můžeme tedy usoudit, že navržená korespondence je správná.

6 Diskuze a závěr

Cílem předkládané práce bylo navrhnout vhodné řešení pro porovnání dat ISKN dostupných prostřednictvím RÚIAN a databáze ZABAGED s ohledem na jejich specifika a s důrazem na land use / land cover. Teoretická část práce se nejprve věnuje možnostem komparace dvou datových sad v obecné rovině. Popisovány jsou jednotlivé kroky, kterým je třeba v rámci porovnávání databází věnovat pozornost a různé možnosti, jak k této problematice přistupovat. Východiska jsou hledána na základě dostupné české i zahraniční literatury. Inspirace pak vychází zejména z metod pro porovnávání datových sad se stejnou strukturou za různá období, tj. ze sledování změn land use / land cover. V další kapitole jsou představeny databáze ISKN a ZABAGED. Stručně je popsán jejich vznik a vývoj, podrobněji jsou pak zkoumány jejich vlastnosti a atributy, přičemž důraz je kladen zvláště na popisnou složku dat vystihující land use / land cover. Pozornost je ale také věnována i geometrické složce dat. Představena je i *Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka*, které se řešená problematika nesouladu právního stavu zachyceného v ISKN se skutečností úzce dotýká.

Klíčová je pak praktická část práce, která vychází z poznatků načerpaných při zpracování části teoretické. Na základě specifik obou databází byl vytvořen koncept komparace skládající se z několika kroků. Nejprve bylo nutné definovat předmět porovnávání a také co bude považováno za rozdíl / nesoulad v datech. Podstatná část práce je pak věnována návržení vhodné korespondence mezi daty. Tento úkon byl nesmírně důležitý pro pozdější hodnocení kvantifikace shody / neshody mezi datovými sadami a skládal se ze dvou kroků. První z nich byla selekce objektů ZABAGED. Podle *Katalogu objektů ZABAGED* byly vybírány objekty vystihující svou podstatou land use / land cover a zároveň takové, jež se vyskytují i v katastrálních datech. Po dokončení výběru následovalo hledání korespondence mezi objekty ZABAGED na úrovni vybraných objektů se zohledněním jejich atributů a kategoriemi ISKN na úrovni *Druhu pozemku* se zohledněním *Způsobu využití pozemku*. Na základě metadat byl tudíž sestaven vlastní návrh „převodního můstku“ mezi daty ISKN a ZABAGED. V práci jsou taktéž objasněny důvody přiřazení jednotlivých objektů ke kategoriím resp. podkategoriím dat ISKN.

Další části metodického postupu jsou již popisovány spolu s vytvořenými skripty pro zautomatizování navržené komparace. Podstatou metodiky, která byla navržena, je porovnávání vzorků bodové povahy, které rovnoměrně pokrývají analyzované území a které nesou informaci o LU / LC z obou databází. Celkem byly navrženy tři metody pro hodnocení míry shody uvedených databází. Společná pro všechny metody je kvantifikace shody / neshody vycházející z metod používaných v DPZ. Jedná se o vyhodnocení na základě klasifikační chybové matice a z ní vypočítané celkové, uživatelské a zpracovatelské přesnosti. Tím získáme nejenom celkovou míru shody, ale i míru shody pro jednotlivé kategorie LU / LC, která nám

podává podrobnější informace o nesouladu v analyzovaných datech. Odlišný je pak přístup, na základě kterého jsou vzorky porovnávány. Metoda A vychází z klasického přístupu teorie množin a porovnává vzorky, které odpovídají informaci o land use / land cover v místě porovnávaného bodu. Metoda B byla navržena z důvodu eliminace chyb způsobených polohovou nepřesností (v rámci specifikované polohové přesnosti dat ZABAGED). Využívá fuzzy přístup a porovnává s kategoriemi ISKN i objekty ZABAGED nacházející se v určité vzdálenosti od analyzovaného bodu a přidává jim tzv. stupeň příslušnosti na základě zvolené funkce příslušnosti. Tato zvolená funkce je rozdílem mezi metodou B, kde byla využita funkce lineární a metodou C, kde byla zvolena funkce typu sigmoida, která se v praxi pro uplatnění fuzzy přístupu stále více využívá. V textu byla opět snaha co nejnázorněji popsat princip metod a také jednotlivé kroky skriptů, které umožnily celý postup zautomatizovat.

Praktická část pokračuje v kapitole zabývající se testováním navržené metodiky. Ověření bylo provedeno na 23 obcích, jež jsou používány jako modelová území při sledování změn land use / land cover. Než se přikročilo k vyhodnocení výsledků metodiky, provedlo se testování určené k ověření navržené korespondence. Ta vycházela v zásadě pouze z metadat a jen ve výjimečných případech z šetření nad samotnými daty. S využitím vytvořených skriptů mohlo dojít k prozkoumání odpovídajících si objektů ZABAGED s kategoriemi ISKN na velkém množství porovnávaných vzorků. Na základě výsledků tohoto testování pak byla pravidla korespondence mírně upravena, resp. k některým kategoriím ISKN byly přidány další odpovídající objekty ZABAGED. Za důvod lze považovat nejasné vyjádření některých definic kategorií / podkategorií ISKN dle metadat či nesoulad těchto definic s tím, jak se reálně používají. Tento problém se týká podkategorií ISKN *společný dvůr*, *silnice*, *dobývací prostor* a *neplodná půda*. Mimo jiné byla přidána do skriptů možnost vynechat z hodnocení záměrně některé kategorie ISKN. Text obsahuje i návrh takových podkategorií, a to z důvodu, že vykazovaly nízkou shodu s evidentně správně navrženými objekty ZABAGED. Jedná se o podkategorie *zamokřená plocha*, *zbořeňště*, *ostatní dopravní plocha*, *zeleň*, *sportoviště* a *rekreační plocha*, *dobývací prostor*, *skládka* a *jiná plocha*. Vysvětlení této skutečnosti můžeme opět hledat v používání kategorií v nesouladu s jejich definicemi. Dále byly testovány ještě některé další parametry, které lze v nastavení navržené metodiky měnit. Zprvu odhad skutečné šíře liniových objektů ZABAGED, zde bylo doporučeno nastavit parametry specificky podle charakteristik zvoleného území. Zadruhé pak interval vzorkování. Testovala se časová náročnost skriptů, omezení, která mohou plynout z důvodu velikostní kapacity formátu shapefile a výsledky metodiky, to vše v závislosti na zvoleném intervalu vzorkování. Z testování plyne doporučení, jak vhodně nastavit parametr vzhledem k velikosti zvoleného území.

Poslední část testování byla věnována samotnému ověření metodiky, tj. kvantifikaci shody / neshody datových sad. Znovu byly skripty na data aplikovány. Dostali jsme tak výsledky pro 23

obcí, ze kterých lze vyvodit závěr jak o navržené metodice, tak o problematice, která je v této práci zkoumána. Výsledky komparace však musíme brát s určitou rezervou, neboť neberou v potaz charakteristické rysy pro jednotlivá území. Pro co nejobektivnější výsledky je možné poupravit parametry, podle kterých je komparace prováděna právě na základě specifických vlastností zvoleného území. Z výsledků testování si však můžeme vytvořit komplexní pohled na řešenou problematiku dat RÚIAN / ISKN.

V průměru dosáhla míra shody přibližně 82 %, to znamená, že na zbylých cca 18 % území je mezi daty ISKN a ZABAGED nesoulad. Přesto můžeme konstatovat, že míra shody je celkem uspokojivá. Významný podíl na tom mají velké plochy vystihující LU / LC (např. orná půda, lesní pozemek atd.). Plochy s rozlohou větší než 1 ha zabírají v analyzovaných územích v průměru cca 70 % z rozlohy celkové. Většinu rozlohy tedy pokrývají velké pozemky, které mají jednotné využití, a obvykle u nich nastává dobrá míra shody. Ze všech obcí jsme vybrali pozemek o největší rozloze a vyhodnotili pro něj celkovou přesnost porovnání. Kromě dvou pozemků, jejichž informace o LU / LC se v datových sadách rozcházejí, vycházela míra shody více než uspokojivá – většinou přes 99 %. Průměrná míra shody z metody A 92,7 %, z metody B 94,9 % a z metody C 95 %. Abychom mohli tvrdit, že čím více velkých pozemků se v obci vyskytuje, tím je větší pravděpodobnost vycházející vyšší míry shody pro data analyzované obce, hledali jsme, zda mezi tím existuje nějaká závislost. Pomocí korelační analýzy byla zjištěna pozitivní závislost mezi procentuálním zastoupením rozlohy s pozemky větších než 1 ha a dosažené celkové míry shody za data pro jednotlivé obce. Velké pozemky v analyzovaném území sice skýtají možnost vyšší pravděpodobnosti pro celkovou vyšší míru shody, avšak z pohledu množství informací, které z mapového obsahu přinášejí, jsou nepřiliš zajímavé. Paradoxně plošky malé, kde je pravděpodobnost shody nižší, jsou pro čtenáře mapy nejzajímavější, protože právě heterogenita je hlavním nositelem informace pro orientaci v prostoru.

Testování potvrdilo hlavní hypotézu práce o nesouladu mezi právním stavem zachyceným v ISKN a skutečností, která byla zastupována v této práci databází ZABAGED. Otázkou však je, jak odpovídá realitě databáze ZABAGED. Musíme si uvědomit, že i tato data se mohou od skutečnosti lišit, přestože je jejich aktualizace pravidelná. S ohledem na vlastnosti a způsob aktualizace této databáze ji však lze považovat za nejaktuálnější a realitě nejlépe odpovídající referenční datovou sadu dostupnou pro území celé České republiky.

I přesto však můžeme tvrdit, že problém nesouladu existuje. Motivací této práce byla skutečnost, že se data ISKN využívají i pro jiné aplikace. Z kartografického hlediska je to tvorba Státní mapy v měřítku 1 : 5 000 na podkladě katastrálních dat. Z geografického hlediska se jedná o výzkumy sledování změn land use / land cover, kde se katastrální data využívají. Uživatelé využívající informace o LU / LC z dat ISKN by si tak měly být vědomi těchto vlastností dat a ve svém výzkumu je zohlednit.

Možnosti rozšíření této práce z hlediska navrhované metodiky spočívají v úpravě skriptů z pohledu jejich strukturalizace a ve vytvoření uživatelské nadstavby pro ArcGIS v podobě Toolboxu na základě vytvořených skriptů. Také by bylo možné přidat kromě celkové míry shody datových sad a jednotlivých přesností komparace pro kategorie LU / LC, ukazatele, které by vypovídaly o komparaci například vzhledem k charakteristice zkoumaného území (např. míra shody pro velké / malé pozemky) či vzhledem ke kvalitativní stránce nesouladu, tj. hodnotit ne pouze kolik činí rozdíl u každé kategorie LU / LC, ale také o jaký rozdíl se jedná (např. orná půda vykazovala 90 % shodu, zbylých 10 % tvoří rozdíl - trvalý travní porost 8 %, lesní pozemek 2 %). Možností, jak rozšířit navrhovanou metodiku, respektive její část vyhodnocení o doplňkové informace ke komparaci, by se našlo samozřejmě více. Rozšíření práce při zachování stávající podoby navržené metodiky by tkvělo ve vyhodnocení výsledků porovnání těchto sad pro více území. V rámci práce byla testována data za 23 obcí, které svou rozlohou činí pouze 1,03 % na celkové rozloze České republiky. Nástroj by tedy bylo vhodné aplikovat na větší množství dat udávající reprezentativní vzorek a nad výsledky komparace provést analýzu, která by do řešené problematiky vnesla vyšší míru vypovídající hodnoty.

POUŽITÉ ZDROJE

- ARCDATA PRAHA 2014. *VFR Import Tool* [online]. [cit. 2014-08-03]. Dostupné z URL: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcdata-praha/vfr-import-tool>.
- BIČÍK, I. 2004. Dlouhodobé změny využití krajiny České republiky. *Život. Prostr.* 2004, č. 38 / 2, 81 – 85 s. ISSN 0016-7193. Dostupné z URL: http://147.213.211.222/sites/default/files/2004_2_081_085_bicik.pdf.
- BIČÍK, I. a kol. 2010. *Vývoj využití ploch v Česku*. Česká geografická společnost, 2010. 250 s. ISBN 978-80-904521-3-8.
- BIČÍK, I., CHROMÝ, P. 2006. Změny ve využití země ve vybraných modelových územích Česka. In: *Historická krajina a mapové bohatství Česka (Prameny, evidence, zpřístupňování, využívání)*. Praha: Historický ústav AV ČR, 2006. s. 189 – 204. ISBN 978-80-7286-093-7.
- BIČÍK, I.; KABRDA, J.; ŠEFRNA, L. 2006. Půdy a dlouhodobé změny využití ploch Česka. *Geografický časopis*. 2006, č. 58. ISSN 0016-7193. Dostupné z URL: http://www.sav.sk/journals/uploads/03121138GC-06-4_Kabrda_et_al.pdf.
- BIČÍK, I.; KUPKOVÁ, L. 2006. Vývoj využití ploch v Pražském městském regionu. *Sociální geografie Pražského městského regionu*. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Praha, 2006. str. 41. Dostupné z URL: <http://web.natur.cuni.cz/~slamak/gacr/kniha/bicik.pdf>.
- BIČÍK, I.; KUPKOVÁ, L.; ŠTYCH, P. 2012. Změny funkcí české krajiny a jejich dopad na využití ploch: modelová území Košťálkov, Abertamy – Hřebečná, Rudná, Živohošť, Moravské Slovácko. In: *Krajina jako historické jeviště*. Praha: Historický ústav AV ČR, 2012. s. 347 – 372. ISBN 978-80-7286-199-6.
- BOUCHON-MEUNIER, B. et al. 2015. *On The Choice Of Membership Functions In Mamdani-type Fuzzy Controller* [online]. [cit. 2015-21-02]. Dostupné z URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.52.8144&rep=rep1&type=pdf>.
- BRŮNA, V.; KŘOVÁKOVÁ, K.; NEDBAL, V. 2005. Stabilní katastr jako zdroj informací o krajině. *Historická geografie*. Historický ústav AV ČR, Praha, 2005. č. 33, str. 397. Dostupné z URL: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30950075/HG33-libre.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1397295445&Signature=u10co6%2F%2BOYXjfBRMAVJB665ohGk%3D>.
- BUMBA, J. 2007. *České katastry od 11. do 21. století*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-2318-1.

- CAHA, J. 2010. *Implementace fuzzy množin v běžně dostupných GIS produktech a jejich praktické využití* [rukopis]. Olomouc, 2010. 71 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci na katedře geoinformatiky. Dostupné z URL: <http://theses.cz/id/bjawj6/90260-637777508.pdf>.
- CAKI 2014. *Současný stav katastrálních map* [online]. [cit. 2014-29-09]. Dostupné z URL: <http://www.caki.cz/soucasny-stav-katastralnich-map/>.
- CENIA 2015. *CORINE Land Cover 2006 (2007 – 2008)* [online]. [cit. 2015-5-2]. Dostupné z URL: http://www.cenia.cz/__C12572160037AA0F.nsf/showProject?OpenAgent&PID=CPRJ7T3H42O2&cat=about.
- CONGALTON, R. G. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Clasification of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*. 1991, č. 37, s. 35 - 46. ISSN 0034-4257. Dostupné z URL: ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/incoming/SIGLAB/Edwin/Curso_SIG_SR/SEPARATAS_RS-Amazonia/Remote%20Sensing%20Environment/congalton_1991.pdf.
- ČSÚ 2014. *Malý lexikon obcí České republiky - 2014* [online]. [cit. 2015-25-03]. Dostupné z URL: <https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2014-n-gdc2kaznu1>.
- ČÚZK 2014a. *Účel katastru* [online]. [cit. 2014-29-09]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/O-katastru-nemovitosti/Ucel-katastru.aspx>.
- ČÚZK 2014b. *Stručná historie pozemkových evidencí* [online]. [cit. 2014-29-09]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/O-katastru-nemovitosti/Historie-pozemkovych-evidenci.aspx>.
- ČÚZK 2014c. *Informační systém katastru nemovitostí - ISKN* [online]. [cit. 2014-03-03]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/O-katastru-nemovitosti/Informacni-system-katastru-nemovitosti-ISKN.aspx>.
- ČÚZK 2014d. *RÚIAN – základní registr veřejné správy ČR* [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z URL: http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/7-Publicita-projektu/Prezentace-k-problematice-RUIAN-ISUI-VDP/Prezentace_RUIAN.aspx.
- ČÚZK 2014e. *Struktura a popis výměnného formátu RÚIAN (VFR)* [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z URL: [http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-\(VFR\)/Struktura-a-popis-VFR-1_3_0-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-(VFR)/Struktura-a-popis-VFR-1_3_0-(1).aspx).

- ČÚZK 2014f. *FAQ – výměnný formát RÚIAN (VFR)* [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z URL: [http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-\(VFR\)/faq-vymenny-format-ruian-vfr-v04-20130108-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-(VFR)/faq-vymenny-format-ruian-vfr-v04-20130108-(1).aspx).
- ČÚZK 2014g. *Návod pro vedení a správu KN* [online]. [cit. 2014-15-10]. Dostupné z URL: http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod_pro_vedeni_a_spravu_KN.aspx.
- ČÚZK 2014h. *Číselníky k nemovitosti* [online]. [cit. 2014-06-03]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/Poskytovani-udaju-z-KN/Ciselniky-ISKN/Ciselniky-k-nemovitosti.aspx>.
- ČÚZK 2014i. *Katastrální vyhlášky* [online]. [cit. 2014-28-03]. Dostupné z URL: [http://www.cuzk.cz/Predpisy/Ostatni-dokumenty/Aktuality-WEB/Katastralni-vyhlascky/Priloha-KatV-k-podpisu-P-a-do-Sbirky-zakonu-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Predpisy/Ostatni-dokumenty/Aktuality-WEB/Katastralni-vyhlascky/Priloha-KatV-k-podpisu-P-a-do-Sbirky-zakonu-(1).aspx).
- ČÚZK 2014j. *Zpřesnění geometrického a polohového určení pozemku* [online]. [cit. 2014-19-10]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/Digitalizace-a-vedeni-katastralnich-map/Zpresneni-geometrickeho-a-polohoveho-urceni-pozemk.aspx>.
- ČÚZK 2014k. *Prozatímní návod pro obnovu katastrálního operátu* [online]. [cit. 2014-21-10]. Dostupné z URL: http://www.google.com/url?url=http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod_prozatimni_pro_obnovu_prepracovanim_dodatek1.aspx&rct=j&q=&esrc=s&sa=U&ei=iHhBVK68B4LeaPOugrAI&ved=0CBkQFjAB&usg=AFQjCNF9v_3h5zqdF9sQMw81q_-F8pd-oA.
- ČÚZK 2014l. *Základní báze geografických dat České republiky - úvod* [online]. [cit. 2014-06-03]. Dostupné z URL: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(rts01455yqvxapyiihhu2y55\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24](http://geoportal.cuzk.cz/(S(rts01455yqvxapyiihhu2y55))/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24).
- ČÚZK 2014m. *Katalog objektů ZABAGED* [online]. [cit. 2014-06-03]. Dostupné z URL: http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/KATALOG_OBJEKTU_ZABAGED_2014.pdf.
- ČÚZK 2014n. *Aktualita pro studenty* [online]. [cit. 2014-30-10]. Dostupné z URL: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(d5vsh3si3e3zp20oubgvioz3\)\)/Default.aspx?mode=News&head_tab=sekce-00-gp&newsTyp=id&newsID=1859](http://geoportal.cuzk.cz/(S(d5vsh3si3e3zp20oubgvioz3))/Default.aspx?mode=News&head_tab=sekce-00-gp&newsTyp=id&newsID=1859).
- ČÚZK 2014o. *E-shop ČÚZK* [online]. [cit. 2014-28-11]. Dostupné z URL: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(w0fjpecmrf4rpd5fdghglp\)\)/Default.aspx?mode=eShop&head_tab=sekce-01-gp&menu=13](http://geoportal.cuzk.cz/(S(w0fjpecmrf4rpd5fdghglp))/Default.aspx?mode=eShop&head_tab=sekce-01-gp&menu=13).
- ČÚZK 2014p. *Zápisy do KN* [online]. [cit. 2014-28-11]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/Zapisy-do-KN/Zapisy-do-KN.aspx#vklad>.

- ČÚZK 2014q. *Číselníky k mapě* [online]. [cit. 2014-28-11]. Dostupné z URL: <http://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/Poskytovani-udaju-z-KN/Ciselniky-ISKN/Ciselniky-k-mape.aspx>.
- ČÚZK 2015. *Geoprohlížeč ČÚZK* [online]. [cit. 2015-15-04]. Dostupné z URL: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>.
- ČVÚT 2015. *Fuzzy Logic Toolbox* [online]. [cit. 2015-21-02]. Dostupné z URL: <http://radio.feld.cvut.cz/matlab/toolbox/fuzzy/fuzzytu3.html>.
- EAGRI 2014. *Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství* [online]. [cit. 2014-28-03]. Dostupné z URL: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100047881.html>.
- EEA 1995. *CORINE Land Cover* [online]. [cit. 2015-05-02]. Dostupné z URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>.
- ESIPA 2014. *Sbírka právních předpisů* [online]. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z URL: <http://www.esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AN&CP=2000s120>.
- ESRI 2015a. *ArcGIS Help Library* [online]. [cit. 2015-18-02]. Dostupné z URL: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/Welcome_to_the_ArcGIS_Help_Library/00qn0000001p000000/.
- ESRI 2015b. *ArcGIS Help Library: Geoprocessing considerations for shapefile output* [online]. [cit. 2015-22-03]. Dostupné z URL: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/005600000013000000>.
- FAO 2010. *South African National Land-Cover Change Map – Final Report* [online]. [cit. 2015-06-02]. Dostupné z URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gPqdW7an8hAJ:www.fao.org/nr/landa/index.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D612%26Itemid%3D165%26lang%3Den+%&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz.
- FERANEC, J. a spol. 2007. *Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia)*. Land Use Policy. 2007, č. 24, s. 234 - 247. ISSN: 0264-8377. Dostupné z URL: [http://www.researchgate.net/publication/40112929_Corine_land_cover_change_detection_in_Europe_\(case_studies_of_the_Netherlands_and_Slovakia\)](http://www.researchgate.net/publication/40112929_Corine_land_cover_change_detection_in_Europe_(case_studies_of_the_Netherlands_and_Slovakia)).
- GEHEROVÁ, L. 2012. *Mapy vegetačního krytu vybrané části Moravy vytvořené metodami DPZ a verifikace přesnosti* [rukopis]. Brno, 2012. 52 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, Geografický ústav. Dostupné z URL: http://is.muni.cz/th/324419/prif_b/BP_Geherova.pdf.

- GLCN 2014. *About GLCN* [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z URL: http://www.glcen.org/prj_1_en.jsp.
- GHOSH, J. K. et al. 2012. Fuzzy Knowledge Based GIS for Zonation of Landslide Susceptibility. In: *Application of Chaos and Nonlinear Dynamics in Science and Engineering – Vol. 2*. 2012. s. 21 – 37. ISBN 978-3-642-29328-3.
- HANZLOVÁ, M. a spol. 2007. Překryvné analýzy rastrových dat typu využití a pokryvu území [online]. [cit. 2015-18-02]. Dostupné z URL: <http://gis.vsb.cz/zsv/images/stories/publikace/hanzlovaoverlaygisova2007.pdf>.
- HORÁK, A. 2014. Historie bydlení, Čechy 14. století: královská města i městečka. *Bydlet.cz*. Dostupné z URL: <http://www.bydlet.cz/362513-historie-bydleni-cechy-14-stoleti-kralovska-mesta-i-mestecka/>.
- JANEČKA, K.; PACINA, J. 2003. Výukové materiály k předmětu KMA/UGI [online]. Západočeská univerzita v Plzni. [cit. 2015-18-02]. Dostupné z URL: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/index.html>.
- JANSEN, L. J. M., DI GREGORIO, A., 2001. *Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection*. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2002, č. 91, s. 89 - 100. ISSN: 0167-8809. Dostupné z URL: http://www.researchgate.net/profile/Louisa_Jansen/publication/223322755_Parametric_land_cover_and_land-use_classifications_as_tools_for_environmental_change_detection/links/54242fc90cf26120b7a721ac.pdf.
- KAINZ, W. 2010. *The Mathematics of GIS*. Department of Geografie and Regional Research, University of Vienna, 2010. Version 2.1, 154 s. Dostupné z URL: http://homepage.univie.ac.at/wolfgang.kainz/Lehrveranstaltungen/15th_Nordic_Summer_School/The_Mathematics_of_GIS_Draft.pdf.
- KOLÁŘ, J. 1997. *Geoinformační systémy 10*. Praha: vydavatelství ČVUT, 1998. 150 s. ISBN 80-01-01698-6.
- KOLISKO, P. 2012. *Multikriteriální hodnocení oblastí cestovního ruchu v Jihomoravském kraji – Příklad využití fuzzy množin v ArcGIS Desktop 10* [online]. [cit. 2015-21-02]. Dostupné z URL: http://download.arcdata.cz/konf/2012/prezentace/Kolisko_JihMorK.pdf.
- KUKLA, P.; SKALOŠ, J. 2008. Vliv vybraných charakteristik přírodních podmínek na využití krajiny (land use) – modelové území Nové Dvory - Kačina. *Acta Pruhoniciana*. Výzkumný ústav SILVA TAROUČY pro krajinu a okrasné zahradnictví, vvi, Průhonice, 2008. Str. 79. Dostupné z URL: http://www.vukoz.cz/acta/dokumenty/acta_90/Acta-90_komplet-cz.pdf#page=79.

- LEMBO, A. J. Spatial Correspondence of Areal Distributions [online]. [cit. 2015-18-02]. Dostupné z URL: http://ibis.geog.ubc.ca/courses/geob479/notes/Lecture.ppt/coefficient_areal_correspondence.ppt.
- LUCC CZECHIA 2014. *Databáze a její tvorba* [online]. [cit. 2014-22-02]. Dostupné z URL: http://lucc.ic.cz/lucc_data/other/Text1.pdf.
- MCNEILL, F. M., THRO, E. 1994. *Fuzzy Logic A Practical Approach*. Academic Press, 1994. 292 s. ISBN 0-12-485965-8. Dostupné z URL: <http://www.fuzzysys.com/books/FLLib/FUZZYPDF/FUZZYLOG.PDF>.
- MMR 2006. *ČSN 73 6110 – Projektování místních komunikací* [online]. [cit. 2014-12-03]. Dostupné z URL: <http://www.unmz.cz/files/normalizace/%C4%8CSN%2073%206110/74506.pdf>.
- OLOFSSON, P. a spol. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*. 2013, č. 129, s. 122 – 131. ISSN 0034-4257.
- PÁSKOVÁ, M. 2010. *Fuzzy GIS – Současný stav a využití ve fyzické geografii* [rukopis]. Brno, 2010. 86 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Masarykovy Univerzity, Geografický ústav. Dostupné z URL: http://is.muni.cz/th/151075/prif_m/.
- SKOKANOVÁ, E. 2011. *Hodnocení změn pokryvu Země pomocí objektových detekcí* [rukopis]. Praha, 2011. 78 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie. Dostupné z URL: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/100685/?lang=en>.
- SKOKANOVÁ, H. 2008. Metody GIS v hodnocení změn využívání krajiny. *Sborník přednášek konference Geoinformatika ve veřejné správě Brno*. 2008. Dostupné z URL: http://www.zmeny-krajiny.cz/S_2008.pdf.
- ŠÍMA, J. 2002. Analýza kompatibility a zobrazení změn objektů ZABAGED na katastrálních mapách v digitálně formě. *Geografický a kartografický obzor*. 2002, č. 8, s. 161 – 164. ISSN 0016-7096.
- ŠRÁMEK, P. 2011. *Hodnocení kvality prostorových dat pro zvolené typy prostorových analýz* [rukopis]. Pardubice, 2011. 79 s. Diplomová práce na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice na katedře ústavu systémového inženýrství a informatiky. Dostupné z URL: https://dspace.upce.cz/bitstream/10195/38864/1/SramekP_HodnoceniKvality_JK_2011.pdf.
- STACKOVERFLOW 2015. *What is the best way to implement nested dictionaries in Python?* [online]. [cit. 2015-15-03]. Dostupné z URL: <http://stackoverflow.com/a/652284>.

- TÖGELOVÁ, E. 2011. *Porovnání per-pixel klasifikátorů pro identifikaci zástavby* [rukopis]. Olomouc, 2011. 49 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci na katedře geoinformatiky. Dostupné z URL: http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/togelova11/uploads/bp_togelova.pdf.
- TROJAN, J. 2009. *Vývoj využití ploch okolí Černovického hájku a jeho kvantifikace* [rukopis]. Brno, 2009. 62 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, Geografický ústav. Dostupné z URL: http://is.muni.cz/th/151236/prif_b_b1/BP.pdf.
- TUČEK, J. 1998. *Geografické informační systémy: Principy a praxe*. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- VEREGIN, H. 1998. *Data Quality Measurement and Assessment*. The NCGIA Core Curriculum in GIScience [online]. [cit. 2015-05-02]. Dostupné z URL: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100.html>.
- VOSTRACKÁ, B. 2008. *Mapování změn zástavby s využitím dat DPZ* [rukopis]. Praha, 2008. 75 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie. Dostupné z URL: http://www.suburbanizace.cz/diplomky/Vostracka_DP.pdf.
- VUT 2015. ČSN 73 6108 [online]. [cit. 2015-12-03]. Dostupné z URL: http://www.fce.vutbr.cz/pko/holcner.p/bm01/csn_736101.pdf.
- VÚGTK 2014. *Kopie z intranetu WAN ČÚZK* [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z URL: http://www.vugtk.cz/~nedvidek/predpisy/1oz/oz000014/190_o01.htm.
- WIKIPEDIA 2015. *Coordination of Information on the Environment* [online]. [cit. 2015-05-02]. Dostupné z URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Coordination_of_Information_on_the_Environment.
- WIKIPEDIE 2015. *Rozchod koleje* [online]. [cit. 2015-12-03]. Dostupné z URL: http://cs.wikipedia.org/wiki/Rozchod_koleje.
- WOLFRAM MATHWORLD 2015. *Sigmoid Function* [online]. [cit. 2015-21-03]. Dostupné z URL: <http://mathworld.wolfram.com/SigmoidFunction.html>.

PŘÍLOHY

Obsah CD

Na přiloženém disku CD se nacházejí následující soubory a adresáře:

- /skripty – složka obsahující vytvořené skripty ve formátu py
- /text – složka obsahující text práce ve formátu pdf

Příloha 1: Atribut *Způsob využití pozemku* u dat ISKN.

KÓD	NÁZEV	VÝZNAM	KÓD D.P.
1	skleník, pařeniště	Na pozemku je zřízen skleník nebo pařeniště.	2 – 7 a 10
2	školka	Na pozemku je zřízena školka ovocných, lesních nebo okrasných stromů, viničná školka nebo školka pro chmelovou sáď.	2 – 7 a 10
3	plantáž dřevin	Na pozemku je semenná plantáž, plantáž energetických dřevin, vánočních stromků, porost určitého dřevinného druhu, zpravidla monokultura, s intenzivním agrotechnickým obděláváním půdy pro dosažení rychlé a vysoké produkce dřevní hmoty apod.	2, 7, 10, 14
4	les jiný než hospodářský	Pozemek zařazený do kategorie lesy ochranné a lesy zvláštního určení.	10
5	lesní pozemek, na kterém je budova	Lesní pozemek, na kterém je budova, ale pozemek není odňat plnění funkcí lesa.	10
6	rybník	Umělá vodní nádrž určená především k chovu ryb s možností úplného a pravidelného vypouštění.	11
7	koryto vodního toku přirozené nebo upravené	Koryto vodního toku, které vzniklo působením tekoucí vody a dalších přírodních faktorů (bystřina, potok, řeka) nebo jehož přírodní charakter je změněn technickými zásahy (např. břehovým opevněním) nebo ohrazováním.	11
8	koryto vodního toku umělé	Koryto vodního toku, které bylo vytvořeno uměle (například opevněné koryto vodního toku, průplav, kanál apod.).	11
9	vodní nádrž přírodní	Pozemek, na kterém je vodní nádrž, která nebyla vytvořena záměrnou lidskou činností (například jezero, přírodní deprese naplněná vodou apod.).	11
10	vodní nádrž umělá	Pozemek, na kterém je vodní nádrž vytvořená záměrnou lidskou činností s výjimkou rybníku a bazénu ke koupání (například velká vodní nádrž vytvořená přehradou, malá vodní nádrž, nádrž vytvořená zatopením vytěžených ploch apod.).	11
11	zamokřená plocha	Zemský povrch trvale nebo po převážnou část roku rozbředlý (močál, mokřad, bažina).	11, 14
12	společný dvůr	Společný dvůr v podílovém spoluvlastnictví vlastníků bytových domů, které s tímto pozemkem sousedí.	13
13	zbořeniště	Pozemek se zbořenou budovou nebo zříceninou.	13
14	dráha	Pozemek, na kterém je dráha železniční, tramvajová, trolejbusová nebo lanová s vlastní dopravní cestou.	14
15	dálnice	Pozemek, na kterém je dálnice a její součásti.	14
16	silnice	Pozemek, na kterém je silnice I. až III. třídy a její součásti.	14
17	ostatní komunikace	Pozemek, na kterém je místní nebo účelová komunikace (včetně zpevněné lesní komunikace) a její součásti.	10, 14
18	ostatní dopravní plocha	Letiště, přístav, veřejné parkoviště (pokud není součástí pozemní komunikace).	14
19	zeleň	Okrasná zahrada, uliční a sídlištní zeleň, park a jiná plocha funkční a rekreační zeleně.	14
20	sportoviště a rekreační plocha	Hřiště, stadion, koupaliště, sportovní dráha a jízďárna, střelnice, autokemp, tábořiště apod.	10, 14
21	hřbitov, urnový háj	Hřbitov, urnový háj.	14
22	kulturní a osvětová plocha	Botanická a zoologická zahrada, skanzen, amfiteátr, památník apod.	14
23	manipulační plocha	Manipulační a skladová plocha.	14
24	dobývací prostor	Prostor jednoho nebo více výhradních ložisek nebo prostor jen části výhradního ložiska.	2 – 10, 14
25	skládka	Skládka odpadu.	14

26	jiná plocha	Pozemek nevyužívaný žádným z ostatních vyjmenovaných způsobů včetně pozemku, na kterém je postavena stavba, která se v katastru neeviduje.	14
27	nepłodná půda	Pozemek, na němž se nachází prudký svah, skála a jiné neplodné půdy, kterými se rozumí zejména zarostlé rokle, vysoké meze s křovinami nebo s kamením, kamenitý terén, ochranné hráze, bermy u regulovaných vodních toků a pozemek, který neposkytuje trvalý užitek z jiných důvodů, zejména plocha zarostlá křovinami nebo zanesená štěrkem nebo kamením, s výjimkou případů, kdy stav pozemku je důsledkem lidské činnosti nebo nečinnosti a pozemek lze opět uvést do stavu umožňujícího trvalé hospodářské využití.	14
28	vodní plocha, na které je budova	Pozemek vodní plochy, na kterém je postavena budova.	11
29	fotovoltaická elektrárna	Fotovoltaická elektrárna.	2 – 14

Zdroj: ČÚZK, 2014i

Pozn.: KÓD D.P. = KÓD DRUHU POZEMKU.

Příloha 2: Navržená korespondence mezi daty ISKN a ZABAGED.

ISKN				OBJEKT ZABAGED
kód	Druh pozemku	kód	Způsob využití pozemku	
2	orná půda	0	bez rozlišení	Orná půda a ostatní dále nespécifikované plochy
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby
		3	plantáž dřevin	Areál účelové zástavby Lesní půda se stromy
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
3	chmelnice	29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
		0	bez rozlišení	Chmelnice
		1	skleník, pařeniště	Kůlna, skleník, fóliovník Areál účelové zástavby
		2	školka	Areál účelové zástavby Chmelnice
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
4	vinice	29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
		0	bez rozlišení	Vinice
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby Vinice
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
5	zahrada	29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
		0	bez rozlišení	Ovocný sad, zahrada
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby Ovocný sad, zahrada
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
5	zahrada	29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna

6	ovocný sad	0	bez rozlišení	Ovocný sad, zahrada
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby Ovocný sad, zahrada
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby Povrchová těžba, lom Halda, odval Skládka
		29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
7	trvalý travní porost	0	bez rozlišení	Trvalý travní porost
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby
		3	plantáž dřevin	Areál účelové zástavby Lesní půda se stromy
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby Povrchová těžba, lom Halda, odval Skládka
		29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
10	lesní pozemek	0	bez rozlišení	Lesní půda se stromy Lesní půda s kosodřevinou Lesní půda s křovinatým porostem
		1	skleník, pařeniště	Areál účelové zástavby Kůlna, skleník, fóliovník
		2	školka	Areál účelové zástavby Lesní půda se stromy
		3	plantáž dřevin	Areál účelové zástavby Lesní půda se stromy
		4	les jiný než hospodářský	Lesní půda se stromy Lesní půda s kosodřevinou Lesní půda s křovinatým porostem
		5	lesní pozemek, na kterém je budova	Budova jednotlivá nebo blok budov Lesní půda se stromy Lesní půda s kosodřevinou Lesní půda s křovinatým porostem
		17	ostatní komunikace	Cesta Pěšina Silnice neevidovaná
		20	sportoviště a rekreační plocha	Areál účelové zástavby

10	lesní pozemek	24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
11	vodní plocha	0	bez rozlišení	Vodní plocha
				Vodní tok
		6	rybník	Vodní plocha
		7	koryto vodního toku přirozené nebo upravené	Vodní plocha
				Vodní tok
		8	koryto vodního toku umělé	Vodní plocha
				Vodní tok
		9	vodní nádrž přírodní	Vodní plocha
		10	vodní nádrž umělá	Vodní plocha
		11	zamokřená plocha	Bažina, močál
		28	vodní plocha, na které je budova	Budova jednotlivá nebo blok budov
				Vodní plocha
				Vodní tok
		29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
13	zastavěná plocha a nádvoří	0	bez rozlišení	Areál účelové zástavby
				Budova jednotlivá nebo blok budov
				Elektrárna
				Hradba, val, bašta, opevnění
				Kůlna, skleník, fóliovník
				Ostatní plocha v sídlech
				Přečerpávací stanice produktovodu
				Rozvodna, transformovna
				Usazovací nádrž, odkaliště
		12	společný dvůr	Ostatní plocha v sídlech
				Areál účelové zástavby
		13	zbořeniště	Areál účelové zástavby
				Hradba, val, bašta, opevnění
				Rozvalina, zřícenina
		29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna
14	ostatní plocha	0	bez rozlišení	Areál účelové zástavby
				Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy
				Ostatní plocha v sídlech
		3	plantáž dřevin	Areál účelové zástavby
				Lesní půda se stromy
		11	zamokřená plocha	Bažina, močál

14	ostatní plocha	14	dráha	Areál železniční stanice, zastávky
				Kolejiště
				Lanová dráha, lyžařský vlek
				Tramvajová dráha
				Železniční trať
				Železniční vlečka
		15	dálnice	Silnice, dálnice
				Silnice ve výstavbě
		16	silnice	Silnice, dálnice
				Silnice ve výstavbě
				Silnice neevidovaná
		17	ostatní komunikace	Cesta
				Ostatní plocha v sídlech
				Pěšina
				Silnice neevidovaná
				Ulice
		18	ostatní dopravní plocha	Areál účelové zástavby
				Letiště
				Obvod letištní dráhy
				Parkoviště, odpočívka
		19	zeleň	Okrasná zahrada, park
		20	sportoviště a rekreační plocha	Areál účelové zástavby
		21	hřbitov, urnový háj	Hřbitov
		22	kulturní a osvětová plocha	Areál účelové zástavby
		23	manipulační plocha	Areál účelové zástavby
				Ostatní plocha v sídlech
		24	dobývací prostor	Areál účelové zástavby
				Povrchová těžba, lom
				Halda, odval
				Skládka
		25	skládka	Halda, odval
				Skládka
		26	jiná plocha	Areál účelové zástavby
				Halda, odval
				Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy
				Ostatní plocha v sídlech
				Usazovací nádrž, odkaliště
		27	neplodná půda	Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy
				Ostatní plocha v sídlech
		29	fotovoltaická elektrárna	Elektrárna

Zdroj: vlastní tvorba.

Pozn.: červeně vyznačené objekty byly přidány až na základě testování korespondence.

Příloha 3: Kategorie ISKN podle složených kódů.

SL. KÓD	KATEGORIE ISKN	SL. KÓD	KATEGORIE ISKN
200	orná půda – bez rozlišení	1005	lesní pozemek – lesní pozemek, na kterém je budova
201	orná půda – skleník, pařeniště	1017	lesní pozemek – ostatní komunikace
202	orná půda – školka	1020	lesní pozemek – sportoviště a rekreační plocha
203	orná půda – plantáž dřevin	1024	lesní pozemek – dobývací prostor
2024	orná půda – dobývací prostor	1029	lesní pozemek – fotovoltaická elektrárna
2029	orná půda – fotovoltaická elektrárna	1100	vodní plocha – bez rozlišení
300	chmelnice – bez rozlišení	1106	vodní plocha – rybník
301	chmelnice – skleník, pařeniště	1107	vodní plocha – koryto vodního toku přirozené nebo upravené
302	chmelnice – školka	1108	vodní plocha – koryto vodního toku umělé
3024	chmelnice – dobývací prostor	1109	vodní plocha – vodní nádrž přírodní
3029	chmelnice – fotovoltaická elektrárna	1110	vodní plocha – vodní nádrž umělá
400	vinice – bez rozlišení	1111	vodní plocha – zamokřená plocha
401	vinice – skleník, pařeniště	1128	vodní plocha – vodní plocha, na které je budova
402	vinice – školka	1129	vodní plocha – fotovoltaická elektrárna
4024	vinice – dobývací prostor	1300	zastavěná plocha a nádvoří – bez rozlišení
4029	vinice – fotovoltaická elektrárna	1312	zastavěná plocha a nádvoří – společný dvůr
500	zahrada – bez rozlišení	1313	zastavěná plocha a nádvoří – zbořeniště
501	zahrada – skleník, pařeniště	1329	zastavěná plocha a nádvoří – fotovoltaická elektrárna
502	zahrada – školka	1400	ostatní plocha – bez rozlišení
5024	zahrada – dobývací prostor	1403	ostatní plocha – plantáž dřevin
5029	zahrada – fotovoltaická elektrárna	1411	ostatní plocha – zamokřená plocha
600	ovocný sad – bez rozlišení	1414	ostatní plocha – dráha
601	ovocný sad – skleník, pařeniště	1415	ostatní plocha – dálnice
602	ovocný sad – školka	1416	ostatní plocha – silnice
6024	ovocný sad – dobývací prostor	1417	ostatní plocha – ostatní komunikace
6029	ovocný sad – fotovoltaická elektrárna	1418	ostatní plocha – ostatní dopravní plocha
700	trvalý travní porost – bez rozlišení	1419	ostatní plocha – zeleň
701	trvalý travní porost – skleník, pařeniště	1420	ostatní plocha – sportoviště a rekreační plocha
702	trvalý travní porost – školka	1421	ostatní plocha – hřbitov, urnový ráj
703	trvalý travní porost – plantáž dřevin	1422	ostatní plocha – kulturní a osvětová plocha
7024	trvalý travní porost – dobývací prostor	1423	ostatní plocha – manipulační plocha
7029	trvalý travní porost – fotovoltaická elektrárna	1424	ostatní plocha – dobývací prostor
1000	lesní pozemek – bez rozlišení	1425	ostatní plocha – skládka
1001	lesní pozemek – skleník, pařeniště	1426	ostatní plocha – jiná plocha
1002	lesní pozemek – školka	1427	ostatní plocha – neplodná půda
1003	lesní pozemek – plantáž dřevin	1429	ostatní plocha – fotovoltaická elektrárna
1004	lesní pozemek – les jiný než hospodářský		

Zdroj: vlastní tvorba.

Pozn.: SL. KÓD = složený kód pro kategorie ISKN
(kód *Druhu pozemku* * 100 + kód *Způsobu využití pozemku*).

Příloha 4: Ukázky nadefinovaných pravidel ze skriptu „setting.py“.

a Pravidla určující, které objekty vstupují do analýzy

```
# Selected features (ZABAGED) for correspondence analysis
selected_features = ['ArealUceloveZastavby.shp', 'ArealZeleznicniStaniceZastavky.shp',
                    'BazinaMocal.shp', 'BudovaBlokBudov.shp', 'BudovaJednotlivaNeboBlokBudov.shp',
                    'Cesta.shp', 'Elektrarna.shp', 'HaldaOdval.shp', 'HradbaValBastaOpevneni.shp',
                    'Hrbitov.shp', 'Chmelnice.shp', 'Kolejiste.shp',
                    'KulnaSklenikFoliovnik.shp', 'LanovaDrahaLyzarskyVlek.shp',
                    'LesniPudaSKosodrevinou.shp', 'LesniPudaSKrovinatymPorostem.shp',
                    'LesniPudaSeStromy.shp', 'Letiste.shp', 'ObvodLetistniDrahy.shp',
                    'OkrasnaZahradaPark.shp', 'OrnaPudaAOstatniDaleNespecifikovanePlochy.shp',
                    'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy.shp', 'OstatniPlochaVSidlech.shp',
                    'OvocnySadZahrada.shp', 'ParkovisteOdpočivka.shp', 'Pesina.shp',
                    'PovrchovaTezbaLom.shp', 'PreceřpavaciStaniceProduktovodu.shp',
                    'RozvalinaZřicenina.shp', 'RozvodnaTransformovna.shp',
                    'SilniceNeevidovana.shp', 'SilniceVeVystavbe.shp', 'SilniceDalnice.shp',
                    'Skladka.shp', 'TramvajovaDraha.shp', 'TrvalyTravniPorost.shp', 'Ulice.shp',
                    'UsazovaciNadrzOdkaliste.shp', 'Vinice.shp', 'VodniPlocha.shp',
                    'VodniTok.shp', 'ZeleznicniStanice.shp', 'ZeleznicniTrat.shp',
                    'ZeleznicniVlečka.shp']
```

b Část pravidel pro korespondenci (kategorie ISKN 2 – 7)

```
# The rules for correspondence categories ISKN and objects ZABAGED
rules_correspondence = {'200': {'OrnaPudaAOstatniDaleNespecifikovanePlochy',
                                'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy'},
                        '201': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '202': {'ArealUceloveZastavby'},
                        '203': {'ArealUceloveZastavby', 'LesniPudaSeStromy'},
                        '2024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '2029': {'Elektrarna'},
                        '300': {'Chmelnice'},
                        '301': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '302': {'ArealUceloveZastavby', 'Chmelnice'},
                        '3024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '3029': {'Elektrarna'},
                        '400': {'Vinice'},
                        '401': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '402': {'ArealUceloveZastavby', 'Vinice'},
                        '4024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '4029': {'Elektrarna'},
                        '500': {'OvocnySadZahrada'},
                        '501': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '502': {'ArealUceloveZastavby', 'OvocnySadZahrada'},
                        '5024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '5029': {'Elektrarna'},
                        '600': {'OvocnySadZahrada'},
                        '601': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '602': {'ArealUceloveZastavby', 'OvocnySadZahrada'},
                        '6024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '6029': {'Elektrarna'},
                        '700': {'TrvalyTravniPorost'},
                        '701': {'ArealUceloveZastavby', 'KulnaSklenikFoliovnik'},
                        '702': {'ArealUceloveZastavby'},
                        '703': {'ArealUceloveZastavby', 'LesniPudaSeStromy'},
                        '7024': {'ArealUceloveZastavby', 'PovrchovaTezbaLom',
                                'HaldaOdval', 'Skladka'},
                        '7029': {'Elektrarna'}}
```

Pozn.: Kategorie ISKN jsou vyjádřeny složenými kódy ve tvaru kód *Druhu pozemku* * 100 + kód *Způsobu využití pozemku*. Význam kódů je pro přehlednost uveden v příloze 3.

c Pravidla zachycující úrovně geometrické přesnosti dat ZABAGED podle maximální hodnoty střední polohové chyby a k nim odpovídající objekty ZABAGED

```
# The rules for accuracy of objects ZABAGED
search_radius = {'search_radiusB': '5 Meters',
                 'search_radiusC': '15 Meters',
                 'search_radiusD': '30 Meters'}

rules_accuracy = {search_radius['search_radiusB']: {'BudovaBlokBudov', 'BudovaJednotliváNeboBlokBudov',
                                                    'Hrbitov', 'KulnaSklenikFoliovník', 'LanovaDrahaLyzarskýVlek',
                                                    'ParkovisteOdpocivka', 'PreceřpavaciStaniceProduktovodu',
                                                    'RozvodnaTransformovna', 'SilniceNeevidovana',
                                                    'SilniceDalnice', 'TramvajovaDraha', 'Ulice',
                                                    'ZeleznicniTrat', 'ZeleznicniVlecka'},

                 search_radius['search_radiusC']: {'ArealUceloveZastavby', 'ArealZeleznicniStaniceZastavky',
                                                    'Cesta', 'Elektrarna', 'HaldaOdval', 'HradbaValBastaOpevneni',
                                                    'Chmelnice', 'Kolejiste', 'LesniPudaSKrosodrevinou',
                                                    'LesniPudaSKrovinatymPorostem', 'LesniPudaSeStromy',
                                                    'Letiste', 'ObvodLetistniDrahy', 'OkrasnaZahradaPark',
                                                    'OrnaPudaAOstatniDaleNespecifikovanePlochy',
                                                    'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy', 'OstatniPlochaVSidlech',
                                                    'OvocnySadZahrada', 'Pesina', 'PovrchovaTezbaLom',
                                                    'RozvalinaZricenina', 'Skladka', 'TrvalyTravniPorost',
                                                    'UsazovaciNadrzOdkaliste', 'Vinice', 'VodniPlocha', 'VodniTok',
                                                    'ZeleznicniStanice'},

                 search_radius['search_radiusD']: {'BazinaMocal', 'SilniceVeVystavbe'}}
```

```
rules_distance = {int(re.match(r'\d+', search_radius['search_radiusB']).group()):
                  {'BudovaBlokBudov', 'BudovaJednotliváNeboBlokBudov', 'Hrbitov', 'KulnaSklenikFoliovník',
                   'LanovaDrahaLyzarskýVlek', 'ParkovisteOdpocivka', 'PreceřpavaciStaniceProduktovodu',
                   'RozvodnaTransformovna', 'SilniceNeevidovana', 'SilniceDalnice', 'TramvajovaDraha',
                   'Ulice', 'ZeleznicniTrat', 'ZeleznicniVlecka'},

                  int(re.match(r'\d+', search_radius['search_radiusC']).group()):
                  {'ArealUceloveZastavby', 'ArealZeleznicniStaniceZastavky', 'Cesta', 'Elektrarna',
                   'HaldaOdval', 'HradbaValBastaOpevneni', 'Chmelnice', 'Kolejiste', 'LesniPudaSKrosodrevinou',
                   'LesniPudaSKrovinatymPorostem', 'LesniPudaSeStromy', 'Letiste', 'ObvodLetistniDrahy',
                   'OkrasnaZahradaPark', 'OrnaPudaAOstatniDaleNespecifikovanePlochy',
                   'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy', 'OstatniPlochaVSidlech', 'OvocnySadZahrada',
                   'Pesina', 'PovrchovaTezbaLom', 'RozvalinaZricenina', 'Skladka', 'TrvalyTravniPorost',
                   'UsazovaciNadrzOdkaliste', 'Vinice', 'VodniPlocha', 'VodniTok', 'ZeleznicniStanice'},

                  int(re.match(r'\d+', search_radius['search_radiusD']).group()):
                  {'BazinaMocal', 'SilniceVeVystavbe'}}
```

Pozn.: Ve slovníku „*rules_accuracy*“ jsou maximální hodnoty střední polohové chyby určené podle úrovně geometrické přesnosti ve formátu textovém (string), ve slovníku „*rules_distance*“ pak v číselném (integer).

d Pravidla pro odhad skutečné šíře liniových objektů ZABAGED

```
# The rules for real width of the line objects ZABAGED
rules_width = {2.0 : {'HradbaValBastaOpevneni', 'LanovaDrahaLyzarskýVlek', 'TramvajovaDraha',
                     'ZeleznicniTrat', 'ZeleznicniVlecka', 'Pesina'},
               3.0 : {'Cesta', 'Ulice'},
               3.5 : {'SilniceNeevidovana', 'SilniceVeVystavbe'},
               5.0 : {'VodniTok'},
               10.0 : {'SilniceDalnice'}}
```

Příloha 5: Část kódu vystihující podstatu skriptu „script_01_AreaDefinition.py“.

```
# Creates a intersected area from input data
arcpy.Intersect_analysis(["tmp_zbgmerge.shp", iskn], "tmp_area.shp", "ONLY_FID", "", "INPUT")
print "Process Intersect done"

# Creates a fishnet of rectangular cells - polygon feature
# (samplingInterval is in script "setting.py")
desc = arcpy.Describe("tmp_area.shp")
arcpy.CreateFishnet_management("tmp_fishnet.shp", str(desc.extent.lowerLeft),
                              str(desc.extent.XMin) + " " + str(desc.extent.YMax + 10),
                              samplingInterval, samplingInterval, "0", "0",
                              str(desc.extent.upperRight), "NO_LABELS", "tmp_area.shp",
                              "POLYGON")

print "Process Create Fishnet: done"

# Creates a point feature from the output of fishnet
arcpy.FeatureToPoint_management("tmp_fishnet.shp", "tmp_points", "CENTROID")
print "Process Feature To Point: done"

# Clips the point feature by the intersected area
arcpy.Clip_analysis("tmp_points.shp", "tmp_area.shp", "points.shp")
print "Process Clip: done"

# Adds new field named "New_ID" to the point feature attribute table
arcpy.AddField_management("points.shp", attrib_id, "LONG")
print "Process Add Field: done"

# Calculates value for field named "New_ID" in the point feature attribute table
# (value is a FID + 1)
expression = "!FID! + 1"
arcpy.CalculateField_management("points.shp", attrib_id, expression, "PYTHON")
print "Process Calculate Field: done"

# Deletes all temporary files starting with "tmp_"
tempfile = arcpy.ListFeatureClasses("tmp_*")
for i in tempfile:
    arcpy.Delete_management(i)
print "Process Delete Temporary File: done"
```

Příloha 6: Část kódu vystihující podstatu skriptu „script_02_PreprocessIskn.py“.

```
# Joins attributes from ISKN feature to point feature based on the spatial relationship
arcpy.SpatialJoin_analysis(points, iskn, "points_iskn.shp", "JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_ALL", "", "INTERSECT", "", "")
print "Process Spatial Join: done"

# Adds new field named "cat_iskn" to the new point feature attribute table
arcpy.AddField_management("points_iskn.shp", attrib_iskn, "TEXT")
print "Process Add Field: done"

# Calculates value for field named "cat_iskn" in the new point feature attribute table
# (value is a code combining ISKN categories and ISKN subcategories)
expression = "[DruhPozemk]*100 + [ZpusobyVyu]"
arcpy.CalculateField_management("points_iskn.shp", attrib_iskn, expression, "VB")
print "Process Calculate Field: done"

print "End of the Script 02: Preprocess ISKN >>> output data: points_iskn.shp"
print("---- %s seconds ----" % (time.time() - start_time))
```

Příloha 7: Část kódu vystihující podstatu skriptu „script_02_PreprocessZabaged.py“.

```
# Adds new field named "cat_zbg" to the point feature attribute table
arcpy.AddField_management(points, attrib_zbg, "TEXT")
print "Process Add Field: done"

# Selects ZABAGED features for analysis, calculates distances between points and each object from each features
# and creates new point features for each ZABAGED features with new field for distance

# Finds search radius for each shapefile for analysis according to the rules
fc_list = arcpy.ListFeatureClasses()
for shapefile in fc_list:
    if shapefile in selected_features:
        name = shapefile.split(".")[0]
        search_rad = -1
        for sr in rules_accuracy:
            if name in rules_accuracy[sr]:
                search_rad = sr

        # Raise exception if the name of shapefile is not in rules
        if search_rad == -1:
            raise NameError("error in rules - name of shapefile is not in rules_accuracy")

        # Measures in case of empty ZABAGED feature
        if int(six(arcpy.GetCount_management(name + ".shp"))) == 0:
            continue

        # Calculates distances between points and objects in ZABAGED features
        # (possible options: -1 for object that is not within the distance from the point
        # 0 for object that corresponds with the point (0 meters from the point)
        # something else for object that is at some distance from the point (x meters from the point))
        arcpy.Near_analysis(points, shapefile, search_rad)

        # Calculates value for field named "cat_zbg" in the point feature attribute table
        # (value is the ZABAGED shapefilename)
        arcpy.CalculateField_management(points, attrib_zbg, "'" + name + "'", "VB")

        # Creates temporary feature for result of process Near
        arcpy.MakeFeatureLayer_management(points, "tmp")

        # Selects rows where distance is not -1
        arcpy.SelectLayerByAttribute_management("tmp", "NEW_SELECTION", "NEAR_DIST <> -1")

        # Copies features from the temporary feature to new feature named near_* (* = shapefile name)
        arcpy.CopyFeatures_management("tmp", "near_" + name + ".shp")
print "Process Calculate Distance: done"

# Combines all point features named near_* into a new feature named point_zbg.shp
fc_list_near = arcpy.ListFeatureClasses("near_*", "POINT")
arcpy.Merge_management(fc_list_near, "points_zbg.shp")

# For each none zero polyline object's distance
# set distance to zero if it is half the width
# set distance to (distance - (width / 2)) otherwise
cursor = arcpy.UpdateCursor("points_zbg.shp")
for row in cursor:
    near_dist = row.getValue(attrib_dist)
    categoryZ = row.getValue(attrib_zbg)
    if near_dist != 0:
        width = -1
        for w in rules_width:
            if categoryZ in rules_width[w]:
                width = w
                if near_dist < (width / 2.0):
                    row.setValue(attrib_dist, 0)
                else:
                    expression = (near_dist - (width / 2.0))
                    row.setValue(attrib_dist, expression)
        cursor.updateRow(row)
del cursor, row
print "Process Overwrite Values: done"

# Delete all files starting with "near_"
tempfile = arcpy.ListFeatureClasses("near_*")
for i in tempfile:
    arcpy.Delete_management(i)
print "Process Delete Temporary File: done"
```

Příloha 8: Části kódu společné pro metody A, B a C.

a Kód pro tvorbu slovníků „*dictionaryI*“ a „*dictionaryZ*“

```
# Create dictionary for ISKN data
# (dictionary is in format: {point : {ISKN category}})
dictionaryI = dict()
cursor = arcpy.SearchCursor(points_iskn)
for row in cursor:
    point = row.getValue(attrib_id)
    categoryI = row.getValue(attrib_iskn)
    dictionaryI[point] = categoryI
print "Create dictionary for ISKN: done"

# Create dictionary for ZABAGED data
# (dictionary is in format: {point : {ZABAGED category : the distance from the point}})
dictionaryZ = AutoVivification()
cursor = arcpy.SearchCursor(points_zbg)
for row in cursor:
    point = row.getValue(attrib_id)
    categoryZ = row.getValue(attrib_zbg)
    re_distance = row.getValue(attrib_dist)
    dictionaryZ[point][categoryZ] = re_distance
print "Create dictionary for ZABAGED: done"
```

b Kód pro tvorbu slovníku „*frequency*“

```
# Calculates the frequency of combinations of possible attribute values
# {ISKN category : {ZABAGED category : frequency}}
frequency = AutoVivification()
for points in dictionaryI:
    categoryI = dictionaryI[points]
    valuesZ = dictionaryZ[points]
    for categoryZ in valuesZ:
        sum_f = dictionaryZ[points][categoryZ]
        if frequency[categoryI][categoryZ]:
            frequency[categoryI][categoryZ] = frequency[categoryI][categoryZ] + sum_f
        else:
            frequency[categoryI][categoryZ] = sum_f
print "Calculate frequency: done"
```

c Kód pro tvorbu slovníků „*statisticsIskn*“ a „*statisticsZbg*“

```
# For every ISKN category calculates a triplet of summaries in form:
# [total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences (i.e. total-valid)]
def getStatisticsForIsknCategories(multiDict, rules):

    statisticsIskn = dict()
    for categoryI in multiDict.keys():
        total = 0
        correct = 0
        for categoryZ in multiDict[categoryI].keys():
            if multiDict[categoryI][categoryZ]:
                total += multiDict[categoryI][categoryZ]
                if categoryZ in rules[categoryI]:
                    correct += multiDict[categoryI][categoryZ]
            statisticsIskn.update({categoryI:[total, correct, total-correct]})
    return statisticsIskn

statisticsIskn = getStatisticsForIsknCategories(frequency, rules_correspondence)
print "Statistics for ISKN: done"
```

```

# Returns a list of all (unique) ZABAGED categories present in given dictionary
def getAllZabagedCategories(multiDict):

    allZabagedCategories = list()
    for categoryZ in multiDict.values():
        allZabagedCategories = list(set(allZabagedCategories) | set(categoryZ.keys()))
    return allZabagedCategories

allZabagedCategories = getAllZabagedCategories(frequency)

# For every ZABAGED category calculates a triplet of summaries in form:
# [total occurrences, valid occurrences(according to rules), false occurrences(i.e. total-valid)]
def getStatisticsForZabagedCategories(multiDict, rules):

    statisticsZabaged = dict()
    for categoryZ in allZabagedCategories:
        total = 0
        correct = 0
        for categoryI in multiDict.keys():
            if multiDict[categoryI][categoryZ]:
                total += multiDict[categoryI][categoryZ]
            if categoryZ in rules[categoryI]:
                correct += multiDict[categoryI][categoryZ]
            statisticsZabaged.update({categoryZ:[total, correct, total-correct]})
    return statisticsZabaged

statisticsZabaged = getStatisticsForZabagedCategories(frequency, rules_correspondence)
print "Statistics for ZABAGED: done"

```

d Kód pro výpočet celkové, uživatelské a zpracovatelské přesnosti

```

# Returns overall accuracy of error matrix (in %)
def getOverallAccuracy(dictionary):

    totalAll = 0.0
    correctAll = 0.0
    for category in dictionary.keys():
        totalAll += dictionary[category][0]
        correctAll += dictionary[category][1]
    overallAccuracy = (correctAll/totalAll)*100.0
    return overallAccuracy

overallAccuracy = getOverallAccuracy(statisticsIskn)
print "Overall Accuracy: done"

# Returns user's accuracy of error matrix (in %) for every ISKN category
def getUsersAccuracy(dictionary):

    usersAccuracy = dict()
    for category in dictionary.keys():
        totalAll = 0.0
        correctAll = 0.0
        totalAll += dictionary[category][0]
        correctAll += dictionary[category][1]
        accuracy = (correctAll/totalAll)*100.0
        usersAccuracy.update ({category:accuracy})
    return usersAccuracy

usersAccuracy = getUsersAccuracy(statisticsIskn)
print "Users Accuracy: done"

# Returns producer's accuracy of error matrix (in %) for every ZABAGED category
def getProducersAccuracy(dictionary):

    producersAccuracy = dict()
    for category in dictionary.keys():
        totalAll = 0.0
        correctAll = 0.0
        totalAll += dictionary[category][0]
        correctAll += dictionary[category][1]
        accuracy = (correctAll/totalAll)*100.0
        producersAccuracy.update ({category:accuracy})
    return producersAccuracy

producersAccuracy = getProducersAccuracy(statisticsZabaged)
print "Producers Accuracy: done"

```

Příloha 9: Úprava a editace slovníku „*dictionaryZ*“ pro potřeby metody A.

```
# If the ZABAGED category has distance other than 0, the entry is deleted from the dictionary
# If the ZABAGED category has distance 0, set it to 1
for points in dictionaryZ.values():
    for i in points.keys():
        if points[i] != 0:
            del points[i]
        else:
            points[i] = 1.0
print "Editing dictionary for ZABAGED: done"

# If more ZABAGED categories belong to one point:
# if at least one category is correct >>> other incorrect categories are left out
# >>> value 1 is divided into correct categories
# otherwise >>> value 1 is divided into incorrect categories)
for points in dictionaryZ.keys():
    categoryI = dictionaryI[points]
    if len(dictionaryZ[points]) > 1:
        rightValuesOne = dict()
        falseValuesOne = dict()
        for categoryZ in dictionaryZ[points]:
            if categoryZ in rules_correspondence[categoryI]:
                rightValuesOne[categoryZ] = 1.0
            else:
                falseValuesOne[categoryZ] = 1.0
        falseValues = dict()
        if len(falseValuesOne) > 1:
            falseValues = falseValuesOne
        dictionaryZ[points] = rightValuesOne
    if len(dictionaryZ[points]) == 0:
        dictionaryZ[points] = falseValues
    suma = sum(dictionaryZ[points].values())
    for categoryZ in dictionaryZ[points]:
        dictionaryZ[points][categoryZ] = dictionaryZ[points][categoryZ] / suma
print "Editing dictionary for ZABAGED 2: done"
```


Příloha 10: Úprava a editace slovníku „dictionaryZ“ pro potřeby metody B a C.

```
# If more ZABAGED categories belong to one point:
# If at least one category with distance 0 is correct >>> other incorrect categories are left out
rightValueNull = AutoVivification()
rightValueOther = AutoVivification()
falseValueOther = AutoVivification()

for points in dictionaryZ.keys():
    if len(dictionaryZ[points]) > 1:
        rightValueAll = dict()
        falseValueAll = dict()
        categoryI = dictionaryI[points]
        for categoryZ in dictionaryZ[points]:
            if categoryZ in rules_correspondence[categoryI]:
                rightValueAll[categoryZ] = dictionaryZ[points][categoryZ]
                if rightValueAll[categoryZ] == 0.0:
                    rightValueNull[points] = rightValueAll
            else:
                rightValueOther[points] = rightValueAll
        else:
            falseValueAll[categoryZ] = dictionaryZ[points][categoryZ]
            if falseValueAll[categoryZ] != 0.0:
                falseValueOther[points] = falseValueAll

for points in rightValueNull.values():
    for i in points.keys():
        if points[i] != 0:
            del points[i]

for points in falseValueOther.values():
    for i in points.keys():
        if points[i] == 0:
            del points[i]

for points in dictionaryZ.keys():
    replaceDict = dict()
    pointSame = rightValueNull[points]
    if len(pointSame) != 0:
        replaceDict = pointSame
        dictionaryZ[points] = replaceDict

# If at least one category with non-zero distance is correct
# >>> incorrect categories with non-zero distance are deleted
deleteValue = dict()

for points in dictionaryZ.keys():
    for categoryZ in dictionaryZ[points]:
        if (points in rightValueOther and not categoryZ in rightValueOther[points] and dictionaryZ[points][categoryZ] != 0):
            deleteValue[points] = dictionaryZ[points][categoryZ]

for points in dictionaryZ.values():
    for i in points.keys():
        if points[i] in deleteValue.values():
            del points[i]

# If all categories are incorrect >>> incorrect categories with non-zero distance are deleted
deleteValue2 = dict()

for points in falseValueOther.keys():
    for categoryZ in falseValueOther[points]:
        if categoryZ in dictionaryZ[points]:
            deleteValue2[points] = falseValueOther[points][categoryZ]

for points in dictionaryZ.values():
    for i in points.keys():
        if points[i] in deleteValue2.values():
            del points[i]

print "Edit dictionaryZ: done"
```

Příloha 11: Přepočítání vzdáleností na stupně příslušnosti lineární funkce (metoda B).

```
# Conversion of distance to fuzzy degree of membership linear function in the ZABAGED dictionary
for points in dictionaryZ.keys():
    for categoryZ in dictionaryZ[points]:
        distance = -1
        for sr in rules_distance:
            if categoryZ in rules_distance[sr]:
                distance = sr
        dictionaryZ[points][categoryZ] = ((distance - dictionaryZ[points][categoryZ]) / distance)

# if more categories belong to one point, degrees of membership function are recalculated
#so that sum of all degrees is 1 (for each point)
for points in dictionaryZ.keys():
    if len(dictionaryZ[points]) > 1:
        suma = sum(dictionaryZ[points].values())
        for categoryZ in dictionaryZ[points]:
            dictionaryZ[points][categoryZ] = dictionaryZ[points][categoryZ] / suma

print "Linear membership function: done"
```

Příloha 12: Přepočítání vzdáleností na stupně příslušnosti funkce typu sigmoida (metoda C).

```
# Conversion of distance to fuzzy degree of membership sigmoid function in the ZABAGED dictionary
for points in dictionaryZ.keys():
    for categoryZ in dictionaryZ[points]:
        if dictionaryZ[points][categoryZ] == 0:
            dictionaryZ[points][categoryZ] = 1.0
        else:
            distance = -1
            for sr in rules_distance:
                if categoryZ in rules_distance[sr]:
                    distance = sr
            dictionaryZ[points][categoryZ] = 1.0 / (1.0 + math.exp((2.0 * dictionaryZ[points][categoryZ]) - distance))

# if more categories belong to one point, degrees of membership function are recalculated
#so that sum of all degrees is 1 (for each point)
for points in dictionaryZ.keys():
    if len(dictionaryZ[points]) > 1:
        suma = sum(dictionaryZ[points].values())
        for categoryZ in dictionaryZ[points]:
            dictionaryZ[points][categoryZ] = dictionaryZ[points][categoryZ] / suma

print "Sigmoid membership function: done"
```

Příloha 13: Textový soubor s výsledky metody A pro obec Křečhoř.

```

result_methodA - Poznámkový blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
METHOD A - CLASSIC LOGIC APPROACH

Error matrix in dictionaries format:

Statistics for ISKN categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'1421': ['35.00', '30.00', '5.00'], u'200': ['85890.00', '82706.00',
'3184.00'], u'1423': ['1518.00', '861.00', '657.00'], u'1300': ['1428.00',
'992.00', '436.00'], u'1312': ['28.00', '4.00', '24.00'], u'1427': ['545.00',
'164.00', '381.00'], u'1426': ['323.00', '233.00', '90.00'], u'1110':
['98.00', '44.00', '54.00'], u'700': ['833.00', '41.00', '792.00'], u'1420':
['123.00', '90.00', '33.00'], u'1107': ['172.00', '7.00', '165.00'], u'1416':
['1701.00', '830.00', '871.00'], u'1419': ['13.00', '0.00', '13.00'], u'600':
['1514.00', '955.00', '559.00'], u'1313': ['34.00', '26.00', '8.00'],
u'1000': ['201.00', '201.00', '0.00'], u'1417': ['925.00', '504.00',
'421.00'], u'500': ['1391.00', '656.00', '735.00'], u'1424': ['15.00',
'0.00', '15.00']}

Statistics for ZABAGED categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'OkrasnaZahradaPark': ['85.50', '0.00', '85.50'], u'TrvalyTravniPorost':
['1523.50', '41.00', '1482.50'], u'OvocnySadZahrada': ['4484.83', '1611.00',
'2873.83'], u'Hrbítov': ['32.00', '30.00', '2.00'], u'KulnaSklenikFoliovnik':
['17.00', '10.50', '6.50'], u'LesniPudaSeStromy': ['1052.00', '201.00',
'851.00'], u'LesniPudaSKrovinatymPorostem': ['71.00', '0.00', '71.00'],
u'VodniPlocha': ['51.00', '46.00', '5.00'], u'VodniTok': ['26.50', '5.00',
'21.50'], u'RozvalinaZricenina': ['2.50', '0.00', '2.50'], u'SilniceDalnice':
['809.83', '807.00', '2.83'], u'PrecerpavaciStaniceProduktovodu': ['11.00',
'0.00', '11.00'], u'ArealUceloveZastavby': ['2027.50', '1193.00', '834.50'],
u'SilniceNeevidovana': ['23.00', '23.00', '0.00'], u'BudovaBlokBudov':
['580.50', '542.50', '38.00'], u'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy':
['84524.00', '82904.00', '1620.00'], u'Cesta': ['274.00', '191.00', '83.00'],
u'Ulice': ['58.50', '39.00', '19.50'], u'Pesina': ['2.00', '2.00', '0.00'],
u'OstatniPlochaVSidlech': ['1130.83', '698.00', '432.83']}

Result of accuracy from error matrix:

Overall Accuracy (%):
91.28

Users Accuracy (%):
{u'1421': '85.71', u'200': '96.29', u'1423': '56.72', u'1300': '69.47',
u'1312': '14.29', u'1427': '30.09', u'1426': '72.14', u'1424': '0.00',
u'700': '4.92', u'1420': '73.17', u'1107': '4.07', u'1110': '44.90', u'500':
'47.16', u'1419': '0.00', u'1313': '76.47', u'1000': '100.00', u'1417':
'54.49', u'1416': '48.79', u'600': '63.08'}

Producers Accuracy (%):
{u'OkrasnaZahradaPark': '0.00', u'TrvalyTravniPorost': '2.69', u'Hrbítov':
'93.75', u'KulnaSklenikFoliovnik': '61.76', u'SilniceNeevidovana': '100.00',
u'VodniPlocha': '90.20', u'Ulice': '66.67', u'LesniPudaSKrovinatymPorostem':
'0.00', u'LesniPudaSeStromy': '19.11', u'VodniTok': '18.87',
u'SilniceDalnice': '99.65', u'PrecerpavaciStaniceProduktovodu': '0.00',
u'ArealUceloveZastavby': '58.84', u'RozvalinaZricenina': '0.00',
u'BudovaBlokBudov': '93.45', u'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy': '98.08',
u'Cesta': '69.71', u'OvocnySadZahrada': '35.92', u'Pesina': '100.00',
u'OstatniPlochaVSidlech': '61.72'}

```

Zdroj: vlastní tvorba.

Příloha 14: Textový soubor s výsledky metody B pro obec Křečhoř.



```
result_methodB - Poznámkový blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

METHOD B - FUZZY LOGIC APPROACH AND MEMBERSHIP FUNCTION: LINEAR

Error matrix in dictionaries format:

Statistics for ISKN categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'1421': ['35.00', '30.85', '4.15'], u'200': ['85890.00', '83044.93',
'2845.07'], u'1423': ['1518.00', '914.48', '603.52'], u'1300': ['1428.00',
'1139.26', '288.74'], u'1312': ['28.00', '10.21', '17.79'], u'1427':
['545.00', '222.71', '322.29'], u'1426': ['323.00', '249.35', '73.65'],
u'1110': ['98.00', '53.29', '44.71'], u'700': ['833.00', '42.55', '790.45'],
u'1420': ['123.00', '95.02', '27.98'], u'1107': ['172.00', '11.97',
'160.03'], u'1416': ['1701.00', '846.24', '854.76'], u'1419': ['13.00',
'0.00', '13.00'], u'600': ['1514.00', '988.73', '525.27'], u'1313': ['34.00',
'26.46', '7.54'], u'1000': ['201.00', '201.00', '0.00'], u'1417': ['925.00',
'668.81', '256.19'], u'500': ['1391.00', '706.25', '684.75'], u'1424':
['15.00', '0.00', '15.00']}

Statistics for ZABAGED categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'OkrasnaZahradaPark': ['58.07', '0.00', '58.07'], u'TrvalyTravniPorost':
['1339.99', '42.55', '1297.44'], u'OvocnySadZahrada': ['4235.11', '1694.97',
'2540.14'], u'SilniceDalnice': ['809.12', '807.00', '2.12'],
u'KulnaSklenikFoliovnik': ['17.86', '10.50', '7.36'], u'LesniPudaSeStromy':
['894.77', '201.00', '693.77'], u'LesniPudaSKrovinatymPorostem': ['57.77',
'0.00', '57.77'], u'VodniPlocha': ['63.27', '55.29', '7.98'],
u'ArealUceloveZastavby': ['1976.11', '1223.81', '752.30'], u'VodniTok':
['37.20', '9.97', '27.23'], u'RozvalinaZricenina': ['4.97', '0.00', '4.97'],
u'PrecepavaciStaniceProduktovodu': ['9.89', '0.00', '9.89'], u'Hrbity':
['32.30', '30.85', '1.44'], u'SilniceNeevidovana': ['39.24', '39.24',
'0.00'], u'BudovaBlokBudov': ['693.82', '622.51', '71.30'],
u'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy': ['84833.03', '83298.73', '1534.31'],
u'Cesta': ['412.17', '327.32', '84.85'], u'Ulice': ['62.15', '41.98',
'20.17'], u'Pesina': ['4.70', '4.15', '0.55'], u'OstatniPlochyVsidlech':
['1205.43', '842.24', '363.19']}

Result of accuracy from error matrix:

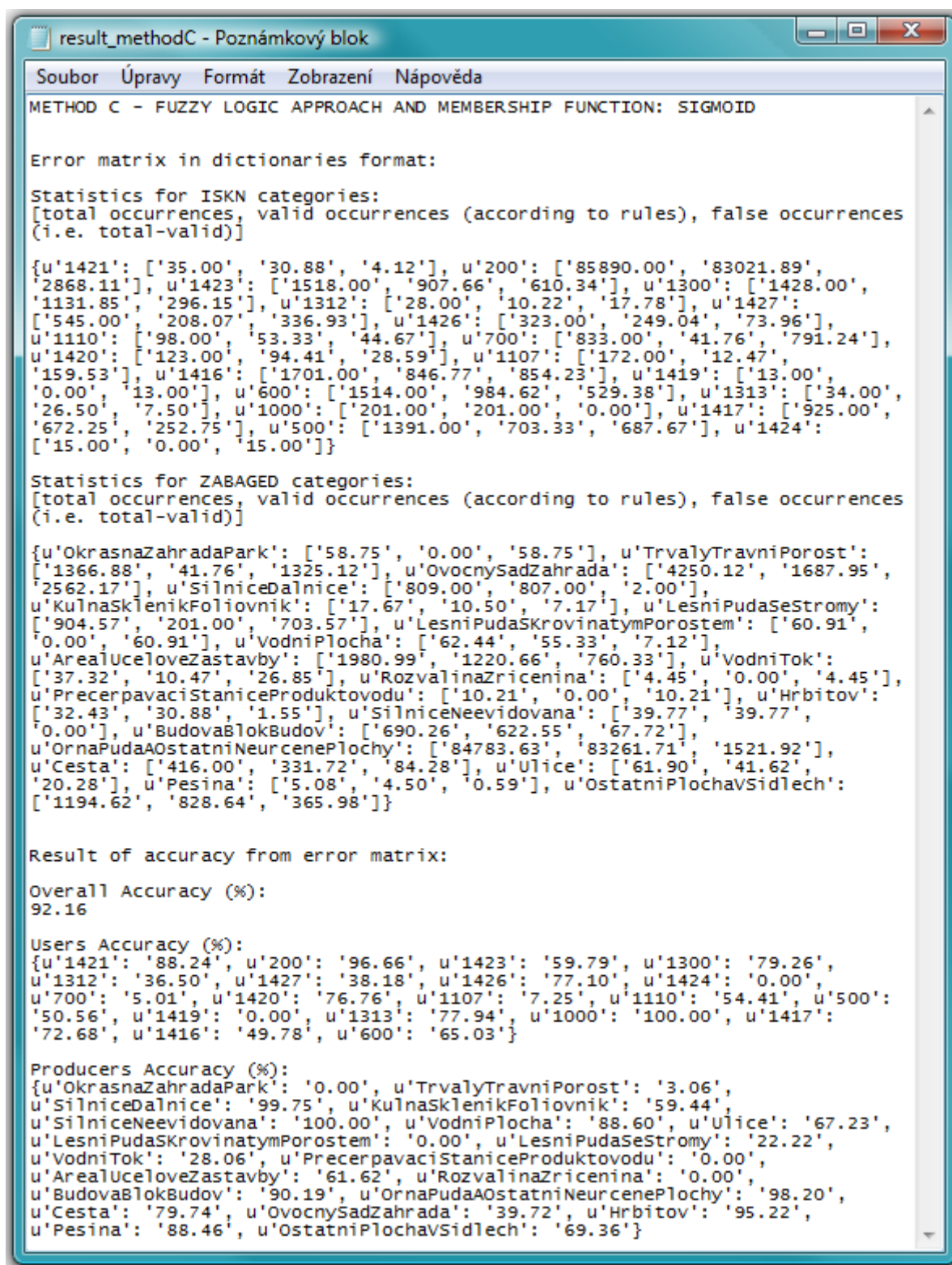
Overall Accuracy (%):
92.21

Users Accuracy (%):
{u'1421': '88.15', u'200': '96.69', u'1423': '60.24', u'1300': '79.78',
u'1312': '36.48', u'1427': '40.86', u'1426': '77.20', u'1424': '0.00',
u'700': '5.11', u'1420': '77.25', u'1107': '6.96', u'1110': '54.37', u'500':
'50.77', u'1419': '0.00', u'1313': '77.82', u'1000': '100.00', u'1417':
'72.30', u'1416': '49.75', u'600': '65.31'}

Producers Accuracy (%):
{u'OkrasnaZahradaPark': '0.00', u'TrvalyTravniPorost': '3.18',
u'SilniceDalnice': '99.74', u'KulnaSklenikFoliovnik': '58.79',
u'SilniceNeevidovana': '100.00', u'VodniPlocha': '87.38', u'Ulice': '67.54',
u'LesniPudaSKrovinatymPorostem': '0.00', u'LesniPudaSeStromy': '22.46',
u'VodniTok': '26.81', u'PrecepavaciStaniceProduktovodu': '0.00',
u'ArealUceloveZastavby': '61.93', u'RozvalinaZricenina': '0.00',
u'BudovaBlokBudov': '89.72', u'OrnaPudaAOstatniNeurcenePlochy': '98.19',
u'Cesta': '79.41', u'OvocnySadZahrada': '40.02', u'Hrbity': '95.53',
u'Pesina': '88.21', u'OstatniPlochyVsidlech': '69.87'}
```

Zdroj: vlastní tvorba.

Příloha 15: Textový soubor s výsledky metody C pro obec Křečhoř.



```
result_methodC - Poznámkový blok
Soubor  Úpravy  Formát  Zobrazení  Nápověda

METHOD C - FUZZY LOGIC APPROACH AND MEMBERSHIP FUNCTION: SIGMOID

Error matrix in dictionaries format:

Statistics for ISKN categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'1421': ['35.00', '30.88', '4.12'], u'200': ['85890.00', '83021.89',
'2868.11'], u'1423': ['1518.00', '907.66', '610.34'], u'1300': ['1428.00',
'1131.85', '296.15'], u'1312': ['28.00', '10.22', '17.78'], u'1427':
['545.00', '208.07', '336.93'], u'1426': ['323.00', '249.04', '73.96'],
u'1110': ['98.00', '53.33', '44.67'], u'700': ['833.00', '41.76', '791.24'],
u'1420': ['123.00', '94.41', '28.59'], u'1107': ['172.00', '12.47',
'159.53'], u'1416': ['1701.00', '846.77', '854.23'], u'1419': ['13.00',
'0.00', '13.00'], u'600': ['1514.00', '984.62', '529.38'], u'1313': ['34.00',
'26.50', '7.50'], u'1000': ['201.00', '201.00', '0.00'], u'1417': ['925.00',
'672.25', '252.75'], u'500': ['1391.00', '703.33', '687.67'], u'1424':
['15.00', '0.00', '15.00']}

Statistics for ZABAGED categories:
[total occurrences, valid occurrences (according to rules), false occurrences
(i.e. total-valid)]

{u'OkrasnaZahradaPark': ['58.75', '0.00', '58.75'], u'TrvalyTravniPorost':
['1366.88', '41.76', '1325.12'], u'OvocnySadZahrada': ['4250.12', '1687.95',
'2562.17'], u'SilniceDalnice': ['809.00', '807.00', '2.00'],
u'KulnaSklenikFoliovnik': ['17.67', '10.50', '7.17'], u'LesniPudaSeStromy':
['904.57', '201.00', '703.57'], u'LesniPudaSKrovinatymPorostem': ['60.91',
'0.00', '60.91'], u'VodniPlocha': ['62.44', '55.33', '7.12'],
u'ArealUceloveZastavby': ['1980.99', '1220.66', '760.33'], u'VodniTok':
['37.32', '10.47', '26.85'], u'RozvalinaZricenina': ['4.45', '0.00', '4.45'],
u'PrecepavaciStaniceProduktovodu': ['10.21', '0.00', '10.21'], u'Hrbity':
['32.43', '30.88', '1.55'], u'SilniceNeevidovana': ['39.77', '39.77',
'0.00'], u'BudovaBlokBudov': ['690.26', '622.55', '67.72'],
u'OrnaPudaAostatniNeurcenePlochy': ['84783.63', '83261.71', '1521.92'],
u'Cesta': ['416.00', '331.72', '84.28'], u'Ulice': ['61.90', '41.62',
'20.28'], u'Pesina': ['5.08', '4.50', '0.59'], u'OstatniPlochaVsidlech':
['1194.62', '828.64', '365.98']}

Result of accuracy from error matrix:

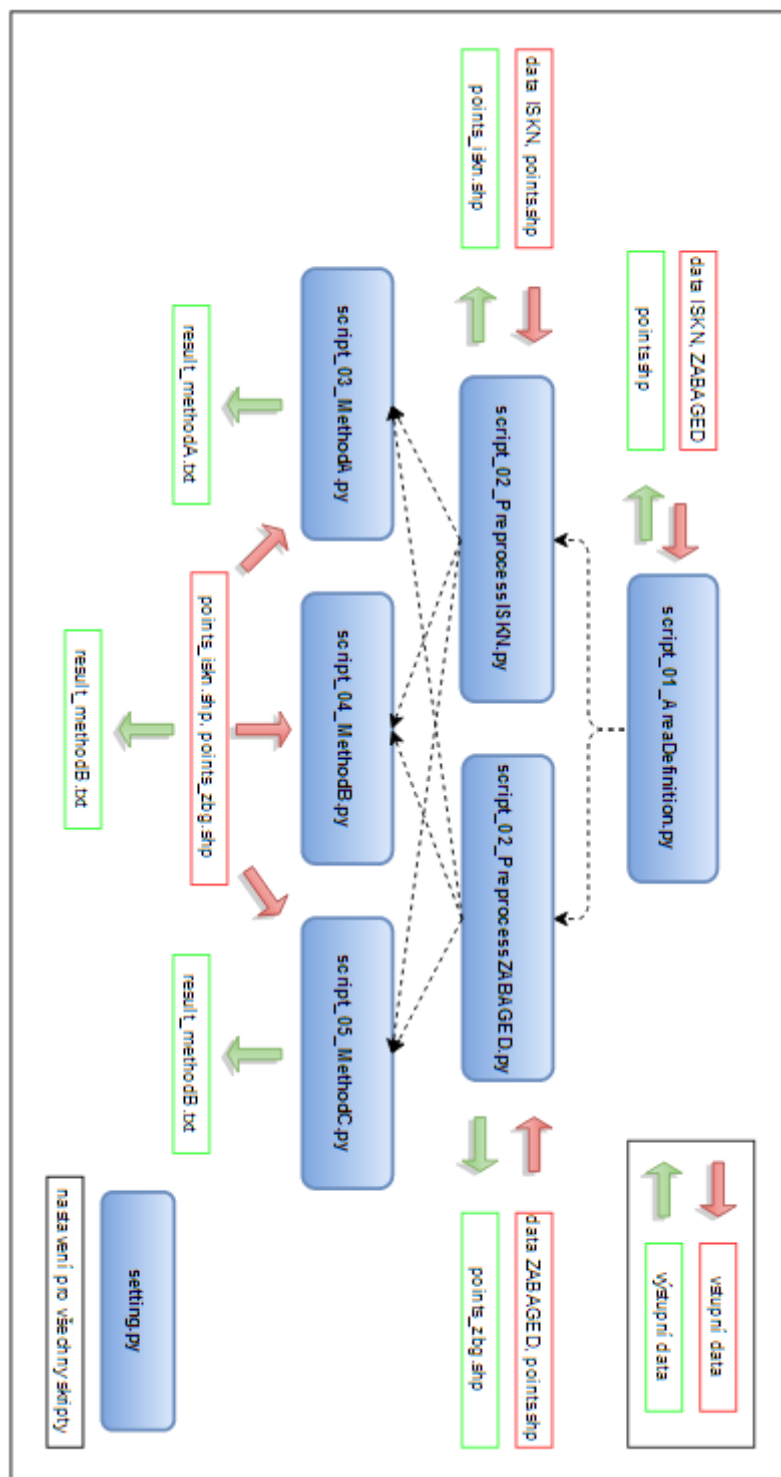
Overall Accuracy (%):
92.16

Users Accuracy (%):
{u'1421': '88.24', u'200': '96.66', u'1423': '59.79', u'1300': '79.26',
u'1312': '36.50', u'1427': '38.18', u'1426': '77.10', u'1424': '0.00',
u'700': '5.01', u'1420': '76.76', u'1107': '7.25', u'1110': '54.41', u'500':
'50.56', u'1419': '0.00', u'1313': '77.94', u'1000': '100.00', u'1417':
'72.68', u'1416': '49.78', u'600': '65.03'}

Producers Accuracy (%):
{u'OkrasnaZahradaPark': '0.00', u'TrvalyTravniPorost': '3.06',
u'SilniceDalnice': '99.75', u'KulnaSklenikFoliovnik': '59.44',
u'SilniceNeevidovana': '100.00', u'VodniPlocha': '88.60', u'Ulice': '67.23',
u'LesniPudaSKrovinatymPorostem': '0.00', u'LesniPudaSeStromy': '22.22',
u'VodniTok': '28.06', u'PrecepavaciStaniceProduktovodu': '0.00',
u'ArealUceloveZastavby': '61.62', u'RozvalinaZricenina': '0.00',
u'BudovaBlokBudov': '90.19', u'OrnaPudaAostatniNeurcenePlochy': '98.20',
u'Cesta': '79.74', u'OvocnySadZahrada': '39.72', u'Hrbity': '95.22',
u'Pesina': '88.46', u'OstatniPlochaVsidlech': '69.36'}
```

Zdroj: vlastní tvorba.

Příloha 16: Diagram zachycující posloupnost jednotlivých skriptů včetně vstupních a výstupních souborů.



Zdroj: vlastní tvorba.